

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Erman COŞKUN

**KISA ELYAF RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİNDE
ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN
ARAŞTIRILMASI VE BİLGİSAYAR TAHMİNLEME
MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2021

ÖZ

DOKTORA TEZİ

KISA ELYAF RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİNDE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN ARAŞTIRILMASI VE BİLGİSAYAR TAHMİNLEME MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Erman COŞKUN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA
Yıl: 2021, Sayfa: 195
Jüri : Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA
Prof. Dr. Ahmet TEKE
Doç. Dr. Füsun DOBA KADEM
Dr.Öğr. Üyesi Halil ÖZDEMİR
Dr.Öğr. Üyesi Pınar PARLAKYİĞİT

Küresel çapta olduğu gibi ülkemizde de enerji tüketimi artmakta ve buda daha fazla enerji ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Yüksek enerji ihtiyacının karbon emisyonunu artırması, küresel ısınmaya neden olması, çevreye geri dönüşü imkânsız zararlar vermesinin yanı sıra Türkiye gibi enerji açığı olup, enerji ithal eden ülkelerde de ciddi maliyetlere sebebiyet vermektedir. Bu bağlamda enerji tüketiminin optimizasyonu, her endüstri alanında olduğu gibi ülkemiz için çok önemli bir sanayi kolu olan tekstilde büyük önem arz etmektedir.

Tekstil sektörünün alt dallarından biri olan Ring iplikçiliği, ülkemizde geniş çapta yapılmakta olup, yüksek kurulu kapasitesiyle birlikte enerji tüketiminde ciddi bir yer tutmaktadır.

Ring iplik tesislerinde en fazla enerji tüketen makine grubu ring eğirme makineleridir. Bu çerçevede çalışma kapsamında ring eğirme makinesinin kısımlarının enerji tüketimleri kıyaslamalı ölçümlerle analiz edilmiş, elde edilen sonuçlar ışığında enerji tüketim optimizasyonlarının nasıl sağlanabileceği ortaya konulmuştur. Ayrıca daha önce yapılmış literatür çalışmaları ve çalışma kapsamında tesis şartlarında gerçekleştirilen enerji analizlerinden faydalanarak, ring eğirme makinesinde 1 kg iplik üretimi için gerekli enerji tüketimini hesaplayan bir bilgisayar tahminleme modeli geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ring makinesi, Enerji tüketimi, Optimizasyon.

ABSTRACT

PhD THESIS

RESEARCH OF ENERGY CONSUMPTION AFFECTING FACTORS IN SHORT STAPLE RING SPINNING MACHINES AND DEVELOPING A COMPUTER ESTIMATION MODEL

Erman COŞKUN

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF TEXTILE ENGINEERING

Supervisor : Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA
Year: 2021, Pages: 195
Jury : Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA
Prof. Dr. Ahmet TEKE
Assoc. Prof. Dr. Füsün DOBA KADEM
Asst. Prof. Dr. Halil ÖZDEMİR
Asst. Prof. Dr. Pınar PARLAKYİĞİT

Energy consumption is increasing in our country, as it is globally, and this leads to more energy need. In addition to increasing carbon emissions, causing global warming, irreversible damage to the environment, high energy demand causes serious costs for the energy importing countries like Turkey. In this context, optimization of energy consumption has great importance in Textile, which is a very important industry branch for our country, as in every industry field.

Ring spinning, one of the sub-branches of the textile industry, is carried out widely in our country and has a significant place in energy consumption with its high installed capacity.

Ring spinning machines are the most energy consuming machine group in ring spinning plants. Within this framework, the energy consumption of the ring spinning machine's parts was analyzed with comparative measurements within the scope of the study, and it was revealed how energy consumption optimizations can be achieved in the light of the results obtained. In addition, a computer estimation model was developed that calculates the energy consumption required per kg of yarn production in the ring spinning machine, using the previous literature studies and the energy analysis performed under the mill conditions of the study.

Key Words: Ring machine, Energy consumption, Optimization

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Dünya da endüstriyel refahın temeli enerjidir. Tüm sanayi kollarında olduğu üzere; tekstil endüstrisi de yüksek seviyede enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Bununla birlikte ne yazık ki sektörde enerji optimizasyonu açısından alınması gereken çok mesafe vardır.

Dünya tekstil endüstrisinde kullanılan enerjinin üçte biri iplik eğirme için tüketilmektedir. Bundan dolayı enerji optimizasyonu bakımından öncelikli olmak durumundadır. İplik eğirme tesislerinde bulunan makine parkında en fazla enerji tüketimini, ipliğin eğildiği son üretim makineleri yapmaktadır. Ring iplik eğirme makineleri ise toplam kurulu kapasitedeki %60'ın üzerindeki payı ile öne çıkmaktadır.

Ring iplik eğirme makinelerinin, tesiste tüketilen enerjide yaklaşık %30'luk bir payı bulunmaktadır. Klima sistemleriyle birlikte tesisin en fazla enerji tüketen kısmıdır. Bu bakımdan enerji optimizasyonu açısından yapılacak tüm çalışmaların fayda oranı yüksek ve anlamlı olacaktır.

Çalışma kapsamında öncelikle ring makinelerinin temel kısımları kısaca incelenmiş ve ardından ring makinesinde bulunan ana iğ motoru(motorları), teknolojik emiş motoru(motorları), çekim motorları, yardımcı tahrik motorlarının ve de tüm motorların enerji tüketimini etkileyen faktörler incelenmiştir.

Enerji tüketimini etkileyen 27 ayrı faktörle ilgili literatürde araştırmalar yapılmış ve üçüncü bölümde bu araştırmaların sonuçlarına yer verilmiştir. Daha sonra bu faktörlerin enerji tüketimine etkisini pratik şartlar altında görebilmek adına, ring iplik tesislerinde 200'ü aşkın kıyaslamalı enerji ölçümü gerçekleştirilmiştir. Toplamda yaklaşık 14400 saat enerji ölçümü yapılmıştır. Ölçüm ve analizler ışığında elde edilen sonuçlar, her bir faktörün enerji tüketimini nasıl değiştirdiğini anlatır alt başlıklar dahilinde beşinci bölümde verilmiştir.

Analizler sonucunda; bazı faktörlerin enerji tüketimini %1'in altında değiştirdiği gözlemlenirken, bazı faktörlerin ise %15'lere varan oranlarda enerji tüketiminde fark yarattığı görülmüştür. Oransal olarak daha yüksek enerji tasarruflarının hemen hemen hepsinin ana iş motoruyla ilgili enerji tüketimini etkileyen faktörlerde olduğu görülmüş ve ring makinesinin bu kısımlarında yapılacak iyileştirmelerle enerji tasarrufu bakımından ciddi yol alınabileceği sonucuna varılmıştır. Ana iş motorundan sonra, teknolojik emiş motorlarının enerji tasarrufu bakımından ikincil öneme sahip olduğu ayrıca görülmüştür.

Çalışma kapsamında incelenen, enerji tüketimini etkiler tüm faktörler üzerinde yapılacak optimizasyonlar sayesinde, çalışmanın ana hedefini oluşturan; ülkemizde kurulu olan ring makinelerinde, sadece %1'lik enerji tasarrufuyla elde edilebilecek 180000 MW'lık enerji tasarrufunun çok gerçekçi olduğu görülmüştür. Hatta bunun çok ötesine geçmenin dahi ülkemiz şartlarında zor olmayacağı sonucuna varılmıştır.

Ring makinelerinde sadece %1'lik enerji tasarrufu ile ülkemize yıllık 9 milyon TL'lik bir katkıda bulunulacak olması ve bu tasarrufun %5'e zorlanmadan taşınabilecek olmasıyla birlikte oluşacak yıllık 45 milyon TL'lik tasarrufun ülke ekonomisine katkısı bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

Ayrıca çalışma kapsamında, incelenen literatür çalışmalarından ve de tesis şartlarında gerçekleştirilen enerji analizlerinden faydalanarak, ring makinesinde 1 kg iplik üretimi için gerekli enerji tüketimini hesaplayan bir bilgisayar tahminleme modeli geliştirilmiştir. Bu model sayesinde yapılabilecek iyileştirmelerin hayata geçirilmesinin öncesinde simülasyonu ve yaklaşık olarak ne oranda enerji tasarrufu elde edilebileceği ortaya konulabilmektedir.

Ring eğirme makinesinde enerji tüketimini etkileyen önemli faktörlerin hemen hemen hepsinin incelenmesi, bunların toplu olarak bir kaynak dahilinde verilmesi ve tesis koşullarında yapılan enerji analiz sonuçlarının kapsamlı olarak verilmesi çalışmayı literatürdeki diğer çalışmalardan ayırtırmakta ve özgün

kılmaktadır. Kopça ömrü, kopça kaplaması, kops üzerine sarılan iplik miktarı, çekim tabancasının baskı miktarı, emiş miktarı, kompaktlama emiş sistemi tipi ve telef filtre temizliğinin enerji tüketimine etkisi gibi daha önce literatürde yer almayan enerji tüketimini etkileyen faktörler hakkında yeni verileri ortaya koyması, literatüre ciddi katkılar sağlamıştır.





TEŞEKKÜR

Alanındaki bir boşluğu doldurmak amacıyla hazırlanan bu doktora tezinin tüm aşamalarında yol göstericiliğiyle, üstün akademik bakış açısıyla, geniş bilgi birikimi ve de tecrübesiyle katkılarını hiç esirgemeyen değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA'ya sonsuz teşekkürlerimizi sunarım.

Tez çalışması boyunca görüş ve önerileriyle büyük katkı sağlayan, doktora tez izleme komitesi üyeleri olarak desteklerini daima hissettiğim Sayın Doç. Dr. Füsun DOBA KADEM ve Sayın Prof. Dr. Ahmet TEKE'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen enerji ölçümlerinde her türlü desteği veren, anlayışı gösteren, bilgi, malzeme ve teçhizat sağlayan; Beşler Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş., Biska Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş., Bräcker AG, Burtteks Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş., Erbel Mümessillik İhracat ve İthalat A.Ş., Karteks Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş., Kipaş Mensucat İşletmeleri A.Ş., Klüber Lubrication Yağlama Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş., Maschinenfabrik Rieter AG, Matesa Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş., Novibra Boskovice s.r.o., Oğuz Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş., Palmiye Dokuma İplik Sanayi ve Tekstil A.Ş., RoZa Plastik Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., Selçuk İplik Sanayi ve Ticaret A.Ş., Şireci Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş., Şirikçioğlu Mensucat A.Ş. firmalarına, yönetici ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Tez çalışması boyunca bana göstermiş oldukları sonsuz anlayış ve destekten dolayı sevgili eşim Tuba ve oğlum Demir'e ve her daim müteşekkir olacağım annem ve babama sonsuz teşekkürler...

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	XII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XIV
SİMGELER VE KISALTMA.....	XVIII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER	17
3.1. Ring İplik Eğirme Makinesi ve Bölümleri	17
3.1.1. Çağlık	20
3.1.2. Çekim Sistemi	21
3.1.3. İğ.....	23
3.1.4. Bilezik ve Kopça	27
3.1.5. İplik Sarım Mekanizmaları ve Takım Değiştirme Sistemleri.....	31
3.1.6. Teknolojik Emiş Sistemi	34
3.2. Ring İplik Eğirme Makinesinde Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler	40
3.2.1. Ana İğ Motoruyla İlgili Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler.....	43
3.2.1.1. Kopça	43
3.2.1.1.(1). Kopça Ağırlığı	46
3.2.1.1.(2). Kopça Kullanım Ömrü	49
3.2.1.1.(3). Kopça Kaplaması.....	51
3.2.1.2. Bilezik Çapı	56

3.2.1.3. İğ Tipi.....	57
3.2.1.4. İğ Tahrik Sistemi Tipi.....	62
3.2.1.5. İğ Yağı Tipi.....	65
3.2.1.6. İğ Yağı Dolum Miktarı	66
3.2.1.7. İğ Devri	68
3.2.1.8. İğ Hız Eğrisi.....	69
3.2.1.9. İğ Kayışı.....	72
3.2.1.10. Masura Ağırlığı.....	76
3.2.1.11. Kops Üzerine Sarılan İplik Miktarı.....	79
3.2.1.12. İplik Tüylülüğü-Hava Direnci.....	80
3.2.2. Teknolojik Emiş Motoruyla İlgili Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler	81
3.2.2.1. Emiş Miktarı.....	82
3.2.2.2. Emiş Mesafesi	83
3.2.2.3. Kompaktlama Emiş Sisteminin Tipi	85
3.2.2.4. Telef Filtre Temizliği	87
3.2.2.5. Kullanılan Fanların Ağırlığı	87
3.2.3. Çekim Motoruyla İlgili Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler	88
3.2.4. Diğer Yardımcı Tahrik Motorlarında Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler.....	93
3.2.5. Tüm Motorların Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler	95
3.2.5.1. İplik Numarasının Enerji Tüketimine Etkisi	95
3.2.5.2. İplik Bükümünün Enerji Tüketimine Etkisi	96
3.2.5.3. Makine Randımanının Enerji Tüketimine Etkisi.....	98
3.2.5.4. Motor Verimliliklerinin Enerji Tüketimine Etkisi	99
3.2.5.5. İşletme Sıcaklığının ve Rakımın Enerji Tüketimine Etkisi	101
4.MATERYAL VE METOT	105
4.1. Materyal	105

4.2. Metot.....	107
5.BULGULAR VE TARTIŞMA	109
5.1.Ana İğ Motoruyla İlgili Enerji Ölçüm ve Analiz Sonuçları	110
5.1.1. Kopçanın Enerji Tüketimine Etkisi.....	111
5.1.1.1. Kopça Ağırlığının Enerji Tüketimine Etkisi	111
5.1.1.2. Kopça Kullanım Ömrünün Enerji Tüketimine Etkisi	114
5.1.1.3. Kopça Kaplamasının Enerji Tüketimine Etkisi.....	120
5.1.2. Bilezik Çapının Enerji Tüketimine Etkisi	125
5.1.3. İğ Tipinin Enerji Tüketimine Etkisi	128
5.1.4. İğ Tahrik Sistemi Tipinin Enerji Tüketimine Etkisi.....	131
5.1.5. İğ Yağı Tipinin Enerji Tüketimine Etkisi.....	132
5.1.6. İğ Yağı Dolum Miktarının Enerji Tüketimine Etkisi	137
5.1.7. İğ Devrinin Enerji Tüketimine Etkisi	140
5.1.8. İğ Hız Eğrisinin Enerji Tüketimine Etkisi.....	144
5.1.9. İğ Kayışının Enerji Tüketimine Etkisi.....	145
5.1.10. Masura Ağırlığının Enerji Tüketimine Etkisi.....	145
5.1.11. Kops Üzerine Sarılan İplik Miktarının Enerji Tüketimine Etkisi...	153
5.1.12. İplik Tüylülüğü - Hava Direncinin Enerji Tüketimine Etkisi.....	154
5.2.Teknolojik Emiş Motorlarıyla İlgili Enerji Ölçüm ve Analiz Sonuçları	154
5.2.1. Emiş Miktarının Enerji Tüketimine Etkisi.....	154
5.2.2. Emiş Mesafesinin Enerji Tüketimine Etkisi	160
5.2.3. Kompaktlama Emiş Sistemi Tipinin Enerji Tüketimine Etkisi	161
5.2.4. Telef Filtre Temizliğinin Enerji Tüketimine Etkisi	162
5.2.5. Kullanılan Fan Ağırlığının Enerji Tüketimine Etkisi	163
5.3.Çekim Motorlarıyla İlgili Enerji Ölçüm ve Analiz Sonuçları	164
5.3.1.Çekim Tabancası Baskı Miktarının Enerji Tüketimine Etkisi	165
5.3.2.Çekim Miktarının Enerji Tüketimine Etkisi	166
5.4.Diğer Yardımcı Motorlarla İlgili Enerji Ölçüm ve Analiz Sonuçları	166

5.5. Tüm Motorlarla İlgilendiren Enerji Ölçüm ve Analiz Sonuçları.....	167
5.5.1. İplik Numarasının Enerji Tüketimine Etkisi.....	167
5.5.2. İplik Bükümünün Enerji Tüketimine Etkisi.....	168
5.5.3. Makine Randımanının Enerji Tüketimine Etkisi	169
6. BİLGİSAYAR TAHMİNLEME MODELİ.....	173
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	183
KAYNAKLAR	191
ÖZGEÇMİŞ	195



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. İplik Numarasına göre Kopça Ağırlık Seçimi	46
Çizelge 3.2. Kopça Kaplama Tipleri ve Detayları – 1	52
Çizelge 3.3. Kopça Kaplama Tipleri ve Detayları – 2	53
Çizelge 3.4. Kopça Kaplama Tipleri ve Detayları - 3.....	54
Çizelge 3.5. Kopça Kaplama Tipleri ve Detayları - 4	55
Çizelge 3.6. İğ Boyun Çapının Enerji Tüketimine Etkisi	58
Çizelge 3.7. Yatak Boyun ve Yatak Dip Çaplarına Göre İğ Tipleri	60
Çizelge 3.8. İğ Boyun Çapına Göre Enerji Tüketimi.....	62
Çizelge 3.9. İplik Tüylülüğünün Enerji Tüketimine Etkisi.....	81
Çizelge 3.10. Fan Ağırlığına Göre Enerji Tüketimi.....	88
Çizelge 3.11. Farklı İplik Numaralarında Enerji Tüketimi	96
Çizelge 3.12. Farklı İplik Bükümlerinde Enerji Tüketimi	98
Çizelge 3.13. Motor Çıkış Gücünün Ortam Sıcaklığına Göre Değişimi.....	102
Çizelge 3.14. Motor Çıkış Gücünün Rakıma Göre Değişimi	103
Çizelge 5.1. Kopça Ömrünün İğ Motoru Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz IV	119
Çizelge 5.2. Enerji Ölçümlerinin Yapıldığı Makinelerin Teknik Özellikleri	128
Çizelge 5.3. İki Farklı İğ Tipinde Yapılan Enerji Tüketim Kıyaslama Sonuçları.....	130
Çizelge 5.4. İğ Yağlarının Bazı Özellikleri – Analiz 1-2.....	133
Çizelge 5.5. İğ Yağlarının Bazı Özellikleri – Analiz 3	136
Çizelge 5.6. İğ Yağ Tipine Göre Enerji Tüketim Analizi - 3.....	136
Çizelge 5.7. İğ Devrinin Enerji Tüketimine Etkisi	143
Çizelge 5.8. Masura Ağırlığının Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz I	146
Çizelge 5.9. Kops Üzerine Sarılan İplik Miktarının Enerji Tüketimine Etkisi ..	153
Çizelge 5.10. Redresör Frekans Değerine Göre Fan Motoru Enerji Tüketiminin Değişimi	155

Çizelge 5.11. Redresör Frekans Değerine Göre Fan Motoru Enerji Tüketiminin Değişimi – Kompakt Ring Makinesi / 1632 iğli	156
Çizelge 5.12. Kompaktlama Emiş Sistemi Tipinin Enerji Tüketimine Etkisi	162
Çizelge 5.13. Filtre Temizliği Öncesi ve Sonrası Enerji Tüketimleri	163
Çizelge 5.14. Çekim Motorlarının Toplam Enerji Tüketimindeki Payı	164
Çizelge 5.15. Planga Motorunun Toplam Enerji Tüketimindeki Payı	167
Çizelge 5.16. İplik Numarasının Enerji Tüketimine Etkisi	168
Çizelge 5.17. İplik Bükümünün Enerji Tüketimine Etkisi	169
Çizelge 5.18. Makine Randımanının Enerji Tüketimine Etkisi	170
Çizelge 6.1. Kurulu Güç ve Verimlilik Sınıfına Göre Motor Verimlilikleri	179
Çizelge 6.2. Ring Makinelerinde Fan Enerji Tüketimi	181

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1. İplik Eğirme Sistemlerine Göre Dünya da Üretilen İplik Miktarlarının Oranları	2
Şekil 1.2. İplik Üretim Maliyetlerinin Oranları	3
Şekil 1.3. İyileştirilebilir İplik Üretim Maliyetlerinin Oranları	4
Şekil 1.4. Ring İplikçilikte Üretim Kademelerine Göre Enerji Tüketim Payları	5
Şekil 3.1. Ring Makinesi.....	18
Şekil 3.2. Ring Makinesinin Kısımları.....	19
Şekil 3.3. Ring Makinesi Çağlık Kısım	20
Şekil 3.4. Çekim Sistemi Şanzıman ve Motorları	21
Şekil 3.5. Çekim Sistemi.....	22
Şekil 3.6. Baskı Silindirleri ve Apronlar.....	23
Şekil 3.7. İğ, İğ Boynu ve İğ Şasesi	24
Şekil 3.8. İğ Yataklamasının Temel Dizaynı	25
Şekil 3.9. Teğetsel Kayış Tahriki ve Tahrik Elemanları.....	26
Şekil 3.10. Dört İğ Kayış Tahriki ve Tahrik Elemanları.....	27
Şekil 3.11. Bilezik ve Kopça.....	27
Şekil 3.12. Bilezik Formları; T-Flanş ve Orbit Bilezik.....	28
Şekil 3.13. Kopça Şekilleri	30
Şekil 3.14. Kopça Profilleri	30
Şekil 3.15. İplik Sarım Mekanizması.....	32
Şekil 3.16. Otomatik Takım Değişirme Sistemi	33
Şekil 3.17. Link Sistemi.....	34
Şekil 3.18. Ring Makinesinde Teknolojik Emiş - Pnömoofil Emiş Sistemi	36
Şekil 3.19. Ring Makinesinde Pnömoofil Emiş Kanalı ve Emiş Boruları	36
Şekil 3.20. Kompaktlama Sistemleri – Emişin Yapıldığı Delikli Yüzeye Göre	38
Şekil 3.21. Kompaktlama ve Pnömoofil Emişinin Ortak Yapıldığı Sistem.....	39

Şekil 3.22. Kompakt ve Pnömoofil Emişinin Ayır Yapıldığı Sistem	40
Şekil 3.23. Her Yarım Seksiyon için Ayır Kompakt Emiş Fanının Bulunduğu Sistem.....	40
Şekil 3.24. Motorlara Göre Enerji Değişimi Etkileyen Faktörler	42
Şekil 3.25. Ring Makinesinin Kısımlarının Enerji Tüketim Oranları	43
Şekil 3.26. Kopça Üzerine Etkiyen Kuvvetler	44
Şekil 3.27. Kopça Ağırlığı – İğ Devri ve Enerji Tüketimi İlişkisi	48
Şekil 3.28. Kopça Üzerindeki Aşınma.....	50
Şekil 3.29. Kopça Kaplaması.....	51
Şekil 3.30. İğ Boyun Yatak Çapı ve Dip Yatak Çapı.....	59
Şekil 3.31. Yatak Dip Çaplarına Göre Enerji Tüketimi	60
Şekil 3.32. Yatak Boyun Çaplarına Göre Enerji Tüketimi	61
Şekil 3.33. İğ Tahrik Sistemleri	63
Şekil 3.34. İğ Yatağındaki Yağ Seviyesinin Ölçümü	66
Şekil 3.35. İğ Yatağındaki Yağ Seviyesinin Ölçümü	67
Şekil 3.36. Örnek İğ Hız Eğrisi.....	69
Şekil 3. 37. İğ Hız Eğrileri	71
Şekil 3.38. İğ Hız Eğrisi Optimizasyonu ve Enerji Tasarrufu	72
Şekil 3.39. Teğetsel İğ Tahrikinde Kullanılan Kayışlar.....	73
Şekil 3.40. Dört İğ Tahrik Sisteminde Kullanılan Kayışlar	74
Şekil 3.41. Masura	76
Şekil 3.42. Masura Ölçüleri	77
Şekil 3.43. Karbon Masuralar	78
Şekil 3.44. İplik Balonu	80
Şekil 3.45. Negatif Basınç ve Frekans İlişkisi	83
Şekil 3.46. Pnömoofil Emiş Sisteminde Basınç Düşüşü.....	84
Şekil 3.47. Tek ve Çift Taraflı Teknolojik Emişin Konvansiyonel Ring Makinesindeki Enerji Farkı.....	85

Şekil 3.48. Kompakt Sistemlerinde Hava Klavuzlama Elemanı.....	86
Şekil 3.49. Çekim Sisteminin Çıkış Hızına ve İplik Kalınlığına Göre Enerji Tüketimi	90
Şekil 3.50. Yay Yüklemeli Çekim Tabancası	91
Şekil 3.51. Pnömatik Yüklemeli Çekim Tabancası	92
Şekil 3.52. Büküm ile İpliğe Mukavemet Sağlanması	97
Şekil 3.53. Sınıflarına Göre Motorların Enerji Verimlilikleri.....	100
Şekil 4.1. Kısa Elyaf Ring İplik Eğirme Makineleri	105
Şekil 4.2. Enerji Ölçümleme Cihazları	106
Şekil 5.1. Ring Makinesi Tahrik Elemanlarının Enerji Tüketim Payları – Makine I.....	109
Şekil 5.2. Ring Makinesi Tahrik Elemanlarının Enerji Tüketim Payları – Makine II	110
Şekil 5.3. Kopça Ağırlığının Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz I.....	112
Şekil 5.4. Kopça Ağırlığının Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz II.....	113
Şekil 5.5. Kopça Kullanım Ömrünün Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz I	115
Şekil 5.6. Kopça Kullanım Ömrünün Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz II.....	116
Şekil 5.7. Kopça Kullanım Ömrünün Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz III.....	117
Şekil 5.8. Kopça Üzerinde Meydana Gelen Aşınmalar	119
Şekil 5.9. Kopça Ömrüne Göre Farklılıkları – Analiz IV	120
Şekil 5.10. Kopça Kaplama Tipinin Enerji Tüketimine Etkisi – Saphir & Onyx .	121
Şekil 5.11. Kopça Kaplama Tipinin Enerji Tüketimine Etkisi – Starlet & Zirkon - I.....	122
Şekil 5.12. Kopça Kaplama Tipinin Enerji Tüketimine Etkisi – Starlet & Zirkon - II.....	123
Şekil 5.13. Kopça Kaplama Tipinin Enerji Tüketimine Etkisi – Zirkon.....	124
Şekil 5.14. Zirkon Kaplamalı Kopça	125
Şekil 5.15. Bilezik Çapının Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz 1	126

Şekil 5.16. Bilezik Çapının Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz 2	127
Şekil 5.17. İğ Tahrik Sisteminin Enerji Tüketimine Etkisi	132
Şekil 5.18. İğ Yağ Tipine Göre Enerji Tüketim Analizi – 1	134
Şekil 5.19. İğ Yağ Tipine Göre Enerji Tüketim Analizi - 2.....	135
Şekil 5.20. Yağ Dolum Miktarına Göre Enerji Tüketimi Değişimi	138
Şekil 5.21. Yağ Dolum Miktarına Göre Enerji Tüketimi Değişimi	140
Şekil 5.22. İğ Devrinin Enerji Tüketimine Etkisi – Pamuk İpliği.....	141
Şekil 5.23. İğ Devrinin Enerji Tüketimine Etkisi – Karışım İpliği	142
Şekil 5.24. İğ Hız Eğrisinin Enerji Tüketimine Etkisi	144
Şekil 5.25. Masura Ağırlığının Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz II (1-6. gün)..	147
Şekil 5.26. Masura Ağırlığının Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz II (7-12. gün)	148
Şekil 5.27. Masura Ağırlığının Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz III.....	150
Şekil 5.28. Masura Ağırlığının Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz IV (1-6. gün)	151
Şekil 5.29. Masura Ağırlığının Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz IV (7-11. gün)	152
Şekil 5.30. Frekans Değerine Göre Fan Enerji Tüketiminin Değişimi	157
Şekil 5.31. Konvansiyonel Ring Makinesinde Fan Motoru Redresör Frekans Değerine Göre Enerji Tüketim Değişimi	158
Şekil 5.32. Kompakt Ring Makinesinde Fan Motoru Redresör Frekans Değerine Göre Enerji Tüketim Değişimi.....	159
Şekil 5.33. Çekim Tabancası Basınç Miktarına Göre Enerji Tüketimi.....	165
Şekil 6.1. Ring Makinesi Enerji Tüketimi Tahminleme Modülü.....	173

SİMGELER VE KISALTMA

A_t	: Efektif yüzey alanı (m^2)
dB	: Desibel
d_R veya D_r	: Bilezik çapı
d/dak	: devir/dakika
ef	: % makine randımanı
F_F	: Çekme kuvveti
F_H	: Sürtünme kuvveti
F_F	: İplik gerginliği
F_N	: Normal kuvvet
F_Z	: Merkezkaç kuvveti
g	: İki iğ arasındaki mesafe (gauge).
G	: Kopça ağırlığı, miligram (mg) cinsinden
h	: Kops yüksekliği
HV	: Vickers sertliği
Hz	: Hertz
kW	: Kilovat
kWh	: Kilovat saat
kWh/kg	: Kilovat saat / kg, 1 kg ipliğin üretimi için gerekli enerji tüketimi
m_L	: Kopça ağırlığı
m/s	: Metre/Saniye – Kopça hızı
MW	: Megavat
MWh	: Megavat saat
N_1	: İğ kayışı hava direncinin yenilmesi için gerekli enerji miktarı
Ne	: Pamuk ipliği için İngiliz numaralandırma sistemi
$n_{iğ}$	: İğ devri
$N_{ÇEKİM}$	: Çekim motorlarının enerji tüketimi (kW)
n_L veya n	: İğ devri (d/dak)

N_N	: İğ tahrirli için gerekli ekipmanların tarafından tüketilen enerji
N_P	: Paketleme enerjisi
N_{st} veya N_s	: Eğirme enerjisi
p	: Hava yoğunluğu ($kg.m^{-4}.sec^{-2}$)
P	: Ring makinesinin üretimi ($kg/gün$)
T/m	: Tur/metre, iplik bükümü
TL	: Türk Lirası
μ	: Sürtünme katsayısı
w_L	: Kopça açısısal hızı
v	: Kayış hızı (metre/saniye)
z	: Ring makinesindeki iğ sayısı

1. GİRİŞ

Endüstriyel, ticari ve toplumsal refahın temeli olan enerji, tüm dünya için vazgeçilmez bir unsurdur. Bu bağlamda dünyanın enerjiye olan ihtiyacı insanoğlunun bitmek tükenmez ilerleme ve gelişme arzusuyla günbegün artmaktadır. Diğer yandan enerji üretimi ve tüketimi çevre üzerinde ciddi problemler yaratmakta ve sera gazı salınımının önlenemez artışıyla birlikte dünyamız her geçen gün daha da ısınmakta ve ekosistem üzerinde geri dönüşü olmayan etkiler yaratmaktadır.

Bu durumun değişebilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmenin yanı sıra üretilen enerjinin yüksek verimle kullanılması ve gerekli tasarrufların sağlanması dünyanın olmazsa olmazıdır.

Yüksek enerji ihtiyacı olan endüstrilerden birisi de tekstil endüstrisidir. Hatta enerji tüketimi bakımından diğer endüstriler arasında en üst sıralarda kendisine yer bulmaktadır. Ayrıca enerji kullanımı açısından en düşük verimlilik rekorunu da ne yazık ki elinde tutmaktadır (Kumar, 2015). Bu da enerji optimizasyonu bakımından çok yüksek potansiyele sahip olduğu ve zaman kaybetmeksizin gerekli adımların atılmasına işaret etmektedir.

Tekstil endüstrisinde, enerjinin yaklaşık %34'ü iplik eğirmede, %23'ü dokumada, %38'i kimyasal işlemlerde (boya-terbiye) ve kalan %5'i çeşitli diğer amaçlar için tüketilmektedir (Kumar, 2015). Yani enerji verimlilik ve iyileştirme çalışmaları bakımından iplik eğirme öncelikli tekstil endüstrisi alt dallarındandır.

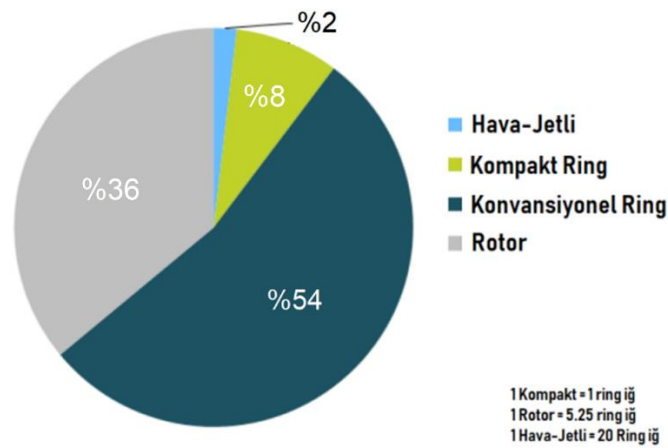
Dünyada ve Türkiye'de iplik eğirme sektörünün konumuna bakıldığında; tüketilen elyaf miktarları, üretilen iplik miktarları ve kurulu kapasiteler bize yol göstermektedir.

Eğrilmiş veya eğrilmemiş olarak kullanılmak üzere; dünya tekstil sektörünün ihtiyacını karşılamak için yıllık dünya elyaf üretimi 106 milyon tona ulaşmıştır. Bu rakama tüm doğal ve suni-sentetik elyaf dahildir. Bu üretimin yaklaşık %31'ni doğal elyaf, %63'ünü suni-sentetik elyaf, %6'sını ise selülozik elyaf

oluşturmaktadır (The Fiber Year, 2019). Yıllık elyaf üretimi, dünya nüfusundaki ve de kişi başına düşen tüketim miktarındaki yükselişle birlikte her yıl %2-3 oranında artmaktadır (Gujar, 2020).

Üretilen elyaf dan yıllık yaklaşık 48 milyon ton filament ipliği üretilirken, 39 milyon ton da eğrilmiş iplik üretimi söz konusudur. Bir başka deyişle iplik yıllık dünya iplik üretiminin %55'i filament iplik olup, %45 ise eğrilmiş iplikdir (The Fiber Year, 2019).

Yıllık üretilen 39 milyon ton eğrilmiş iplik, dünya da 250 milyon iğ e eşdeğer kapasite ile gerçekleştirilmektedir. Şekil 1.1.'de de görüleceği üzere; bu kapasitenin %62'sini yani 155 milyon iğ ini ring (kompakt & konvansiyonel) kapasitesi oluşturmaktadır. Dünyada yılda yaklaşık 24 milyon ton ring ipliği üretilmektedir (Coşkun, Oğulata, 2019).



Şekil 1.1. İplik Eğirme Sistemlerine Göre Dünya'da Üretilen İplik Miktarlarının Oranları (Coşkun, Oğulata, 2019)

Dünyada iplik eğirme kapasitesinde Çin 100 milyon iğ e eşit kapasite ile başı çekerken, 61 milyon ile Hindistan ikincidir. Güney Asya da toplam 52 milyon iğ e eşit bir kapasite bulunmaktadır (Coşkun, Oğulata, 2019).

Türkiye de ise 12 milyon iğ e eşdeğer kapasite söz konusudur. Dünya kısa elyaf iplik eğirme kapasitesinin %5'ine sahip ülkemizde; %65'lik payla ring iplikçiliği, diğer iplik eğirme sistemlerine göre açık ara öndedir (Coşkun, Oğulata, 2019).

Kurulu kapasite oranlarından da görüleceği üzere; Türk İplik Sektörü denildiğinde dünyada da olduğu gibi akla ilk ring iplikçiliği gelmektedir. Bu bağlamda open-end (rotor) veya hava-jetli iplikçiliğe kıyasla ring iplikçiliğinde, başta enerji alanında olmak üzere yapılacak iyileştirmelerin sektörde en anlamlı etkiyi yaratacağı aşikârdır.

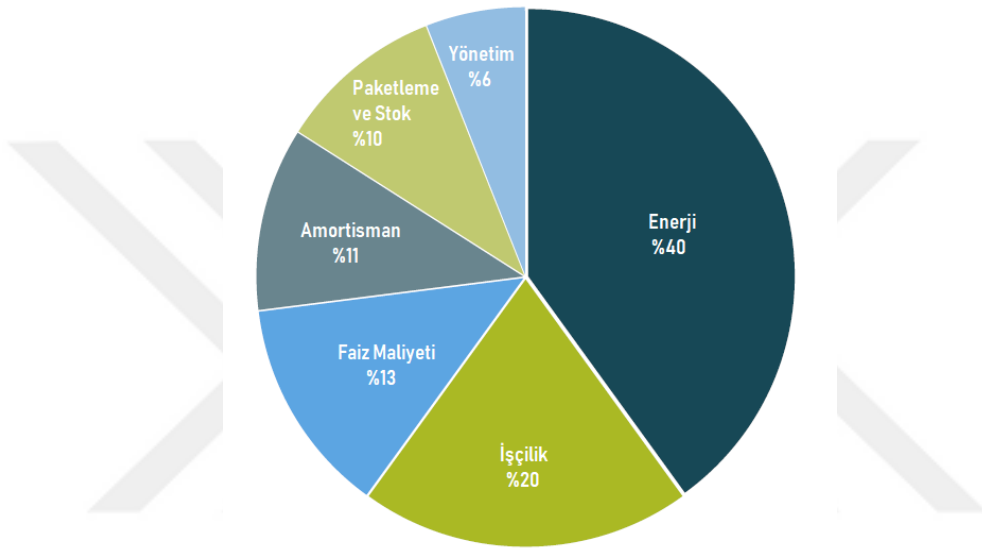
Şekil 1.2.'de gösterildiği üzere; ring iplik üretiminde maliyetin yaklaşık %55-60'nı hammadde, %12-13'ünü enerji, %8-9'unu telef, %6-8'ni işçilik, %3-4'ünü yedek parça ve sarf malzemeler, %12-14'ünü yatırım maliyetleri oluşturmaktadır (Coskun, Oğulata, 2019).



Şekil 1.2. İplik Üretim Maliyetlerinin Oranları (Coşkun, Oğulata, 2019)

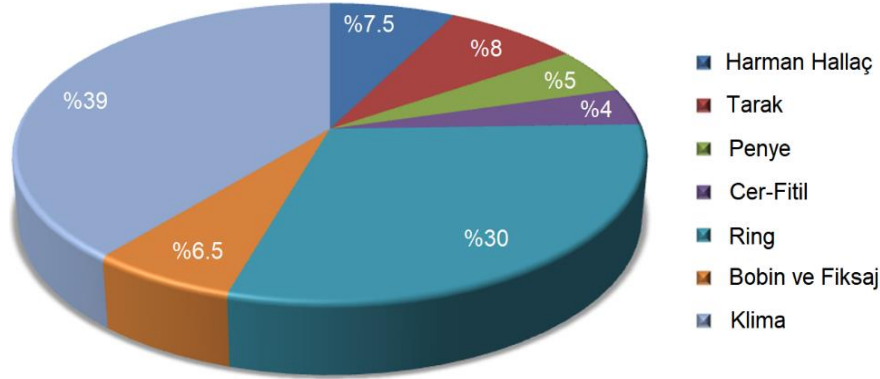
Hammadde ve telef maliyetleri, dünya da piyasalar tarafından belirlenmekte olup, ciddi bir iyileştirme yapma şansı yoktur. İyileştirme yapabileceğimiz, başka bir deyişle kontrol edilebilecek faktörler arasında en önemli payı enerji almaktadır.

İyileştirilebilir maliyetlerde %40'lık paya sahip olan enerjiyi ise %20 ile işçilik takip etmektedir. Bu bilgiler ışığında en anlamlı iyileştirmelerin enerjide olacağı söylenebilir. İyileştirilebilir iplik üretim maliyetlerinin dağılımı aşağıda Şekil 1.3.'de verilmektedir.



Şekil 1.3. İyileştirilebilir İplik Üretim Maliyetlerinin Oranları (Coşkun, Oğulata, 2019)

Şekil 1.4.'de de ortaya koyulduğu üzere; ring iplikçiliğinde enerji tüketimi açısından, iklimlendirme (klima) sistemi ile birlikte en fazla tüketimin ipliğin eğrildiği, yani ipliğe formunu veren makine olan ring makinesinde olduğu görülmektedir. Bu bakımdan enerji tüketimi optimizasyonun öncelikli olarak ring makinesinde yapılması mantıklı olacaktır.



Şekil 1.4. Ring İplikçilikte Üretim Kademelerine Göre Enerji Tüketim Payları (Koç, Kaplan, 2007)

Bu fikirden yola çıkılarak hazırlanan tez çalışmasında, ring makinesinde enerji tüketimini etkileyen hemen hemen tüm faktörlerin ortaya konulması, bu faktörlerin enerji tüketimini ne oranda ve nasıl değiştirdiğinin gerçek tesis şartlarında analizi ve analizlerden elde edilen sonuçlarla enerji optimizasyonu ile ilgili gerçek veriler ortaya konulması hedeflenmiştir.

Bu çalışma sayesinde ülkemizdeki tesislerde bulunan ring makinelerinde elde edilebilecek sadece %1'lik enerji tasarrufu; yıllık 180000 MW'lık daha az enerji ihtiyacı, 9 milyon TL daha az maliyet anlamına gelmektedir. Enerji tasarrufu potansiyelinin %1'in çok ötesine geçebileceği, hatta bazı ring makinelerinde tasarrufun %10'u rahatça aşabileceği tahmini çok gerçekçidir.

Ayrıca tez çalışması kapsamında, ring eğirme makinesindeki enerji tüketimini hesaplar, tahminler bir bilgisayar modeli de (program) geliştirilmiştir. Bu sayede ring eğirme makinesi üzerinde yapılabilecek iyileştirmelerin veya değişikliklerin enerji tüketiminde nasıl bir etki yaratacağı hızlı ve kolay bir şekilde hesaplanabilecektir.

Ring iplik tesislerine enerji tasarrufu sağlatabilme potansiyelinin dışında, ring eğirme makinesinde enerji tüketimini inceleyen geniş kapsamı, özgünlüğü, literatürde bulunmayan verileri sağlaması ve elde edilen sonuçların pratik tesis

koşullarında gerçekleştirilen 200'ü aşkın, yaklaşık 14400 saatlik enerji ölçümüne dayanması literatüre önemli katkılar sağlayacaktır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ring makinesinin enerji tüketimi ve optimizasyonu ile ilgili araştırmalar ve çalışmalar çok eski olup, 1900'li yılların ortasına dayanmaktadır. Bu kadar eski olmasına rağmen konuyla ilgili yayınlanan çalışma sayısı limitlidir. Ayrıca birçok çalışma da konu daha ziyade genel hatlarıyla incelenmiş olup, gerekli geniş kapsama sahip ve detay konusunda derinleşmiş çalışma sayısı çok azdır.

Literatür araştırması kapsamında incelenen çalışmaların özetleri aşağıda verilmektedir.

Soliman (1963). Doktora tez çalışmasında pamuk ve kamgarn iplikçiliğinde kullanılan ring makinelerinin enerji tüketimleri incelenmiştir. Ring makinesinin enerji tüketimi, ana enerji ve yardımcı enerji başlıkları altında incelenen çalışmada; ana enerji, iğlerin tahriki için aktarılan gücü, tüketilen enerjiyi ifade ederken, yardımcı enerji ise, çekim sistemi ve makine tahrik kafaları tarafından tüketilen enerjiyi anlatmaktadır. Ana enerji yine 2 başlık altında detaylandırılmış olup, birincil enerji; iğ üzerindeki yüklerin (kops üzerindeki hava direnci, sarım tansiyonu kaynaklı oluşan direnç) yenilmesi için gerekli enerjiyi ifade ederken, ikincil enerji ise; iğlerin, tansiyon disklerinin, kayışların vs. tahriki için gerekli enerjiyi anlatmaktadır. Soliman, çalışmasında tüm bu enerji tüketimini etkileyen değişkenler hakkında genel kabul, formül ve hesaplamaları tanımlamış ve sonrasında özel olarak hazırlanan teçhizatlar üzerinde, laboratuvar şartlarında enerji ölçümleri gerçekleştirmiştir. Her bir değişken için elde edilen sonuçlar grafikler, tablolar ve formüllerle ortaya konulmuştur. Ring makinesinde spesifik enerji tüketimi denildiğinde akla ilk gelen ve temel bir yapıt olan bu çalışmadaki hesaplamalar ve formüller halen geçerliliğini korumakta ve spesifik enerji tüketimi hesaplamalarında kullanılmaktadır. Tezin yazıldığı yıllardaki teknolojiye ait ring makinelerinin enerji tüketimlerinin teorik olarak hesaplanmasında vazgeçilmez olan çalışmanın bugünkü teknolojiye ait ring makinelerinin değişkenlerinin uyarlanması ve bu doğrultuda güncellenmesi gerekliliği de yadsınamaz bir gerçektir.

Magdi, Naglaa, ve Abeer (2011) çalışmalarında, kompakt iplik eğirmede farklı iğ hız eğrileri ile ve de tüm eğirme değişkenlerini gözeterek spesifik enerji tüketimini hesaplayan bir bilgisayar programı geliştirdiklerini bildirmektedirler. İplik özelliklerine, kullanılan kopsun ölçülerine ve iğ hız eğrisine göre belirlenmiş minimum iğ hızındaki enerji ispatlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca bilgisayar yazılımının, hangi iğ hızında en az enerji tüketimini elde edileceğini tespit ettiği iletilmektedir. Çalışma kapsamında ayrıca ince iplik numaralarında daha yüksek iğ hızlarının ve de daha küçük bilezik çaplarının daha düşük enerji tüketimi için gerekli olduğu tespit edilmiştir. Soliman'ın çalışmasında ortaya konulan; spesifik enerji tüketiminin hesaplanmasına yardımcı olan formüllerinde kullanıldığı çalışmada bu formüllere ilaveten teknolojik emiş motorunun, gezer temizleyicinin, takım değiştirme sisteminin tükettiği enerji miktarı da gözetilmiştir.

Khurshid, Asad, Khan, Chaudhry ve Ammanullah (2012). Çalışmada ring iplik tesisindeki enerji tüketimi ve bu tüketimin nasıl azaltılabileceği araştırılmıştır. Öncelikle ring tesisindeki prosesler ve her bir aşamadaki enerji tüketimi açıklanmıştır. Yapılan ölçümlere istinaden; %41,58'lik oranla iplik tesisinde ring departmanın en fazla enerji tükettiği, %22,81 ile de klima sisteminin ardından geldiği bildirilmiştir. Ayrıca toplam tüketilen enerjinin %65,57'sinin eğirme proseslerinde, %34,43'ünün destekleyici ekipman ve makineler (örneğin kompresör, fikse kazanı vs.) tarafından tüketildiği ifade edilmiştir. Ne 20 karde ve Ne 30 penye ipliği için her bir prosesin enerji tüketimi, ölçümlerle ortaya konulmuştur. Yapılan çalışmalar neticesinde; 1 kg Ne 30 penye ipliğinin baştan sona üretimi için gerekli enerji tüketiminin 4,61 kWh/kg, Ne 20 karde ipliği için ise 3,03 kWh/kg olduğu iletilmiştir. Çalışmanın sonunda ise enerji tüketiminin düşürecek; ring makinesinde daha düşük iğ boyun çapı kullanılması, kokil döküm yerine pres döküm olarak üretilmiş ve bu sayede hafifletilmiş fan kanatlarının kullanılması, fan motorlarının redresör kontrollü olması gibi birçok tavsiyede bulunulmuş ve ne tür bir enerji tasarrufu yapılabileceği izah edilmiştir.

Goyal ve Kumar (2019). Çalışmada tekstil sektöründe yüksek miktarda tüketilen enerji miktarının altı çizilmiş ve akabinde ring iplik üretim tesisindeki enerji tüketimi incelenmiştir. Harman hallaç, tarak makinelerinden ring ve bobin makinelerine hatta klima ve kompresörlerin enerji tüketimiyle ilgili bilgiler verilmiştir. Ring tesislerinde, makine ve yardımcı sistemlerin enerji tüketimindeki payı geleneksel ve modern tesislerde kıyaslanarak yüzdesel olarak ifade edilmiştir. Teorik olarak ring makinesindeki enerji tüketiminin nasıl hesaplanacağıyla ilgili formüle de çalışmada yer verilmiştir. Ring iplik tesislerinde enerji optimizasyonu ile ilgili ciddi bir potansiyelin olduğu ve ne yazık ki yeterli kaynak, veri olmamasından dolayı enerji tasarrufunda yeterli aşama kat edilemediği vurgulanmıştır. Bu açığı doldurmak üzere hazırlandığı iletilen makale de ring tesislerinde nasıl enerji tasarrufu elde edilebileceğiyle ilgili kısa kısa bilgiler verilmiştir. Yüksek performanslı tarak makinelerinin tesislerde kullanılması, ring makinelerinde yağlama seviyesi ve kullanılacak özel sentetik katkılı yağlarının tercih edilmesi, ring makinelerinde iplik kopuk izleme sistemlerinin, fitil durdurma sistemlerinin kullanımı, daha hafif yağların tercihi, sentetik – sandviç yağ kayışlarının kullanımı, bilezik çapının optimizasyonu, tesislerde asma tavanının kullanımı, enerji tüketimi olarak rantabl motorların seçilmesi, motorlarda redresör kullanımı, daha hafif masuraların tercihi vs. konularının enerji tasarrufu açısından getirdiği faydalar çalışma kapsamında sıralanmıştır.

Hasanbeigi (2010). Tekstil işletmelerinde enerji tüketimi ve enerji iyileştirme konusuna eğilen çalışma, öncelikle tekstil işletmelerini kendi içerisinde ayırmakta ve iplik, dokuma, terbiye vs. bölümlerindeki enerji tüketimlerini detaylandırmaktadır. Sonrasında tekstil işletmelerinde enerji optimizasyonun nasıl yapılacağı hakkında bilgiler verilmekte ve enerji tasarrufu için hangi adımların atılabileceği hakkında geniş ve derinlemesine bilgiler ortaya konulmuştur. Ring makineleri özelinde, özel katkı maddeli yağlarının kullanılması, yağ yatağındaki yağın optimum seviyede olması, doğru bilezik ve yağ kayışı seçilmesi, enerji rantabl motor kullanılması, masura ve yağ seçiminde mümkün olan daha hafif tiplerin tercihi,

motorların daha yumuşak kalkmasını sağlar yazılımların kullanılması sayesinde elde edilecek enerji tasarruflarına değinilmiştir. Ayrıca ring makinelerinde kullanılan gezer temizleyicilerin gerek motor seçimlerinin doğru yapılması gerekse de çalışma süresinin optimizasyonu ile enerjide ilave tasarrufların sağlanabileceği bildirilmiştir.

Dhayanewaren ve Ashokkumar (2013). “Tekstil Endüstrisinde Enerji Tasarrufu Üzerine Bir Çalışma” başlıklı makalede bir ring tesisindeki enerji tüketim kalemleri incelenmiştir. Çalışmanın başında her makine grubunun veya sistemin veya teçhizatın enerji tüketim payları paylaşılmıştır. %49,91’lik pay ile ring makinesinin iplik tesisinde en fazla enerji tüketimine sahip makine grubu olduğu vurgulanmıştır. Çalışma da harman hallaç dairesindeki enerji tüketimi makineler ve motorlar bazında incelenmiş ve sonuçlar detaylıca paylaşılmıştır. Benzer detaylar ring makinesi, iklimlendirme (klima sistemi), kompresör ve de aydınlatma için verilmiştir. Ring makinelerinde enerji tüketimi açısından rantabl motorların kullanımı, iğ hız eğrisinin optimizasyonu, gezer temizleyicinin devamlı olarak değil de aralıklı olarak çalışması ve daha hafif fanların kullanımının enerji tasarrufuna getirmiş olduğu katkılar incelenmiştir. Ayrıca hafif iğ ve masura kullanımının enerji tasarrufu bakımından faydalarına değinilmiştir.

Tang, Wang ve Fraser (2006) çalışmalarında iplik tansiyonun ve eğirme esnasında oluşan balonun hava direncinin ring makinesinin enerji tüketimini nasıl etkilediğini yapmış oldukları deneysel çalışmalara ve araştırmalara göre ortaya koymuşlardır. Özel olarak hazırlanmış bir teçhizatla ring eğirme prosesi taklit edilmeye çalışılmış ve farklı iplik çalışma şartlarında iplik tansiyonu ölçümlendirilmiştir. İplik tüylülüğünün, balon oluşumu ve dönen kops pozisyonunda hava direncini nasıl değiştirdiği tetkik edilmiştir. Hava direnci ve hava tansiyonun yenilmesi için gerekli enerji tüketimleri hakkında bazı veriler ortaya konmuştur. İlgili çalışmalar pamuk ve yün iplikleri için yapılmıştır. Sonuç olarak; enerji ihtiyacının %74’nün hava direncinin yenilmesi, %25’nin ise sarım tansiyonun oluşturduğu direncin yenilmesi için doğduğu ortaya konulmuştur. Dönen kopsun içinde barındırdığı kinetik enerjinin %1 civarında olduğu ve göz ardı edilebileceği

belirtilmiştir. Çalışma da kops çapının artışıyla enerji tüketimin arttığı, iplik numarası kalınlaştıkça enerji tüketimi gereksiniminin azaldığı deneysel çalışmalarla ortaya konulmuştur.

CITEVE (2014). “Tekstil de Enerji Tasarrufu” adlı çalışmada tekstilde iplik, kumaş üretimi ve bitim işlemlerindeki bazı enerji tüketim kalemleri incelenmiş ve nasıl enerji tasarrufu elde edilebileceği kısaca anlatılmıştır. Her bir enerji tasarrufu kalemi için ne tür bir yatırıma gerek olduğu ve bu yatırımın geri dönüş süresinin ne civarda olduğu da çalışmada verilmeye çalışılmıştır. İplikte sadece ring değil, diğer eğirme prosesleri (rotor, hava-jetli iplikçilik gibi) için de veriler bulunmaktadır. Ayrıca geri hazırlama grubu makineleri içinde veriler mevcuttur. Ring ve Kompakt Ring iplikçiliğinde, enerji olarak rantabl iğ yağlarının kullanımı ile %3-7 arasında enerji tasarrufu yapılabileceği, iğ yatağındaki iğ yağı seviyesinin enerji tüketimini etkilediği, daha hafif iğlerin kullanımıyla ring makinesi başına yılda 23 MWh’lık bir enerji tasarrufu elde edilebileceği, sentetik sandviç iğ kayış kullanımının ring makinesi başına yılda 4,4 – 8 MWh’lık bir tasarruf sağlayabileceği, bilezik çapının optimizasyonu ile %10’a varan enerji tasarrufları elde edilebileceği, enerji rantabl motor kullanımıyla ilave olarak yıllık makine başına 6,6 – 18,83 MWh/motor’luk bir tasarruf sağlanabileceği, daha hafif teknolojik hava fanlarının kullanımıyla ring makinesi başına yıllık 5,8 – 40 MWh’lık tasarruflara ulaşılabilceği, daha hafif masura kullanımının 10,8 MWh/makine/yıllık bir kazanca ulaşılabilceği bildirilmiştir.

Lawrence (2010), tüm iplik eğirme teknolojilerini incelediği, “İplik Eğirme Teknolojilerinde Gelişmeler” başlıklı kapsamlı çalışmasında, ring iplik makineleri hakkında çok detaylı bilgiler verirken, ring makinesinde enerji tüketimini etkileyen faktörler hakkında bazı bölümlerde önemli detaylara değinmektedir. Bilezik sehpasının pozisyonuna göre iplik balonu üzerindeki hava direnci ve bunun enerji tüketimine etkisine, 4 iğ kayış sisteminin daha düşük enerji tüketimine, kompakt ring makinelerinde daha düşük bükümle çalışabilme olanağı sayesinde elde edilecek daha

düşük enerji tüketimine ve de hava jetli iplik eğirmeye kıyasla ring makinelerindeki enerji tüketimine çalışmada değinilmiştir.

Lawrence (2003). “İplik Eğirme Teknolojisinde Temel Prensipler” adlı çalışmada; iplik yapısı ve sınıflandırılması, elyaf özellikleri, iplikçilikteki tüm hazırlama prosesleri, tüm iplik eğirme sistemleri, iplik özellikleri ve kalite kriterleri gibi temel konular incelenmiştir. Çalışmanın bir kısmında iplik tansiyonu, balon geometrisi ve bunun enerji tüketimiyle etkileşimi incelenmiştir.

Kumar (2015). “İplik Eğirme de Proses Yönetimi” adlı kitabında elyaftan başlayarak iplikçiliğin tüm proseslerini; harman hallaç, tarak, cer, vatk ve penye, fitil, ring, bobin, open-end başlıkları altında incelemiştir. Tez çalışmamızı ilgilendirilen enerji konusuyla ilgili olarak da kitabında “İplik Tesisinde Enerji Yönetimi” bölümüne yer vermiştir. Bu bölümde öncelikle bir iplik tesisindeki üretim maliyeti kalemleri ülkelere göre incelenmiş ve enerji maliyetinin yeri ortaya konulmuştur. Bir sonraki adımda bir ring tesisinde enerji tüketiminin hangi makine grubunda ne oranda olduğu bildirilmiştir. Bir iplik tesisinde, ring makinelerinin enerji tüketimindeki payını %30 olarak ifade edilen çalışmada, ring makinesinin spesifik enerji tüketiminin hesaplar formüle de yer vermiştir. İplik tesisinde enerji yönetiminin nasıl olması gerektiği de çalışmada ortaya konmuştur. Bunların ardından iplik tesisinde özellikle ring makinesinde enerji tasarrufunun nasıl yapılabileceği üzerinde durulmuştur. Bunlardan bazıları; enerji rantabl iğ yağlarının kullanımı, iğ yatağına doğru yağ seviyesinde yağın basılması, hafif iğlerin kullanımı, iğ kayışı olarak sentetik sandviç yapıdaki kayışların tercih edilmesi, çalışılacak iplik numarasına göre bilezik çapının optimizasyonu, enerji rantabl motorların kullanımı, alüminyum fanlar yerine daha hafif cam elyafı ve plastik kompozitlerden üretilmiş fanların kullanımı, daha hafif masuraların tercih edilmesidir. Makineler dışında klima sistemi, kompresörlerin, ışıklandırmanın, elektrik kablo seçiminin vs. enerji yönetimi açısından önemi ortaya konulmuş ve önemli tavsiyeler çalışma kapsamında incelenmiştir.

Koç ve Kaplan (2007). Ring iplik üretiminde enerji tüketimini inceleyen çalışmalarında öncelikle iplik üretim maliyetlerinin neler olduğu ve maliyetin yüzde kaçını oluşturduğu ortaya konulmuştur. İplik üretim maliyetinin yaklaşık yarısını oluşturan hammadde maliyeti bir kenara bırakılıp, diğer maliyet kalemleri incelendiğinde enerjinin payının %17 olduğu ifade edilmiştir. Bir ring tesisinde ise tüketilen toplam enerjinin %61'nin makineler tarafından tüketildiği ve bunun yarısının da ring makineleri tarafından harcandığı üzerinde durulmuştur. Ring makinesinde ise enerji tüketiminin büyük kısmının iğ tahrikine harcandığı ve enerjinin %85'ini tükettiği bildirilmiştir. Bu verilerin doğruluğu seçilen bir iplik tesisinde enerji ölçümleri yaparak teyit edilmeye çalışılmıştır. Gerek open-end gerekse de ring makinelerinin olduğu tesiste yapılan enerji ölçümlerinde üretim hattındaki makinelerin enerjinin %78,4'ünü tükettiği, sadece ring hattındaki üretim makineleri göz önüne alındığında ring makinelerinin ise toplam makinelerin tükettiği enerjinin yarısından biraz fazlasını tek başına tükettiği ortaya konmuştur. Ne 30 numara iplik için ortaya konulan bu verilerin Ne 60 numara iplik için nasıl değiştiği de incelenmiş ve iplik numarasının incelenmesiyle ring makinelerinin toplam makinelerin enerji tüketimi içerisinde oranının %55'den %75'e arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca iplik numarasının incelenmesiyle birim kg iplik başına tüketilen enerji miktarının arttığı bildirilmiştir. Ring makinesinde spesifik enerji tüketiminin hesaplanmasına olanak sağlayan formülün ortaya konulduğu çalışmada ayrıca bu formülle hesaplanan ve literatürden alınan enerji tüketimleri kıyaslanmış ve %3'lük bir sapma ile verilerin hesaplanabildiği iletilmiştir.

Shandheep (2018)'in Spinnovation dergisinin 10/2018 sayısında yayınlanan makalesinde, iğ tipinin (iğ boyun çapının) enerji tüketimine etkisi anlatılmış ve Hindistan'da bulunan bir iplik tesisindeki ring makinelerinin iğ tipinin değişimiyle pratik şartlarda elde ettiği enerji tasarrufu çalışma kapsamında detaylandırılmıştır. Daha önce 20,2 mm boyun çapına sahip kullanılan iğlerin olduğu ring makinelerinde 17,5 mm boyun çapındaki iğlerin kullanımı, değişimiyle %10,13'lük bir enerji tasarrufunun olduğu ortaya konulmuştur.

Novibra (2020) firması, ürün gamında bulunan tüm iğ tiplerinin detaylarına ve birbirlerine kıyasla enerji tüketim farklılıklarının ne oranda olduğuna teknik dokümanlarında yer vermiştir. LENA – Enerji Tasarruflu Yüksek Hızlı İğler dokümanında 17,5 mm boyun çapına ve 5,8 mm yatak boyun çapına sahip iğlerin teknik özellikleri ve diğer iğlere göre enerji tasarrufu anlatılmıştır. Enerji Tasarruflu İğler – HPS 68/3 ve NASA HPS 68/3 dokümanında ise yatak dip çaplarının 4,5 mm’den 3 mm’ye düşmesiyle elde edilen enerji tasarrufu üzerinde durulmuştur. Yüksek Kaliteli İğler dokümanında ise iğlerin tiplerine göre enerji tüketimleri, çalışabilecekleri en yüksek iğ devirleri, yataklama şekilleri ve detayları incelenmiştir.

T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Verimlilik Genel Müdürlüğü (2015)’nün yayınladığı, Elektrik Motorlarında Enerji Verimliliği başlıklı kitapçıkta ise; ülkemizdeki tüketilen elektriğin yaklaşık 1/3’ünü harcayan üç fazlı asenkron motorların veriminin önemi, verim sınıfları ve enerji tasarrufundaki potansiyeli, bununla ilgili hesaplamalar, enerji verimliliği odakları, motor seçimi gibi konular basit bir dille anlatılmıştır.

NPO ve SMEDA (2008). Pakistan Ulusal Verimlilik Organizasyonu ve Pakistan Küçük-Orta Ölçekteki İşletmeleri Geliştirme Yetkili Makamı tarafından hazırlatılan çalışmada iplik sektöründe enerji tüketim ve dağılımı, enerji tasarruf potansiyelleri incelenmiştir. Direkt olarak ring eğirme makinesiyle ilgili bilgilerin bulunmadığı çalışmanın özellikle motor verimlilikleri kısmından yararlanılmıştır.

Siemens (2015)’in “Industrial Controls, Sirius, Controls with IE3 / IE4 Motors Application Manual, Edition 11/2015” adlı kitapçığında tez çalışmasıyla ilgili olarak motor verimlilik sınıfları hakkında bilgiler verilmektedir.

Singh (2017), çalışmasında birçok kompakt iplik eğirme teknolojisini incelemiş ve bu teknolojiler arasındaki farklılıkları ortaya koymuştur. Kompakt ring makinelerinde enerji tüketiminde tasarruf sağlan hava klavuzlama elemanı ile ilgili bazı bilgilere de çalışma kapsamında yer vermiştir.

Beran ve Konecna (2017), ring makinelerindeki kopça bilezik sisteminde oluşan kuvvetleri çalışmalarında incelemişlerdir. Bu kuvvetlerin ring makinesinde ana iğ tahrikini direk olarak etkilemesi ve artan kuvvetlerin enerji tüketimini artırması açısından çalışmanın sonuçları önem arz etmektedir.

Klein ve Stadler (2011). Ring makinelerini teknik ve teknolojik açıdan işleyen çalışmada ring iplik makinelerinin görevi, çalışma prensibi, makinenin yapısal konfigürasyonu, tahriklerin nasıl gerçekleştiği, kopsun nasıl oluştuğu, kompakt eğirme, teknolojik emiş gibi yardımcı sistem ve ekipmanlar, makine üzerindeki takım değiştirme sistemi gibi otomasyonlar hakkında detaylı bilgiler verilmiştir. Ayrıca eğirme geometrisi, eğirme üçgeni, eğirme açısı, eğirme uzunluğu gibi teknolojik verilerle, iplik kalite standartları hakkında detaylar yer almaktadır. Ring makinesinin temelleri hakkında detaylı bilgiler veren çalışma, makinenin kısımlarının her anlamda anlaşılabilmesi açısından çok faydalı bilgiler sunmaktadır.



3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Çalışmanın bu kısmında öncelikle ring iplik eğirme makinesi ve bölümleri hakkında bazı genel bilgilere verilmiştir. Daha sonra ise ring makinesinde enerji tüketimini etkileyen faktörler, tüketimini etkilediği motorların alt başlıkları dahilinde incelenmiştir. Bu kısımda, daha ziyade yapılan literatür araştırmalarından elde edilen veriler derlenmiş ve enerji tüketimini etkileyen her bir faktörün başlığı altında detaylandırılmıştır.

3.1. Ring İplik Eğirme Makinesi ve Bölümleri

Ring iplik makinesi Thorp adında bir Amerikalı tarafından 1828 yılında bulunmuştur. Başka bir Amerikalı Jenk'de 1830 yılında bilezik etrafında dönen kopça sistemini bunun üzerine eklemiştir. Aradan geçen yaklaşık 190 yıl içerisinde ring iplik makinesinde detay modifikasyonlar yapılmıştır ama temel tasarım aynı kalmıştır. 1970'li yılların sonlarından bu yana ring iplik makinesinin verimliliğinin artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmış ve %40'ın üzerinde verimlilik artışı sağlanabilmiştir (Klein, Stalder, 2014).

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN



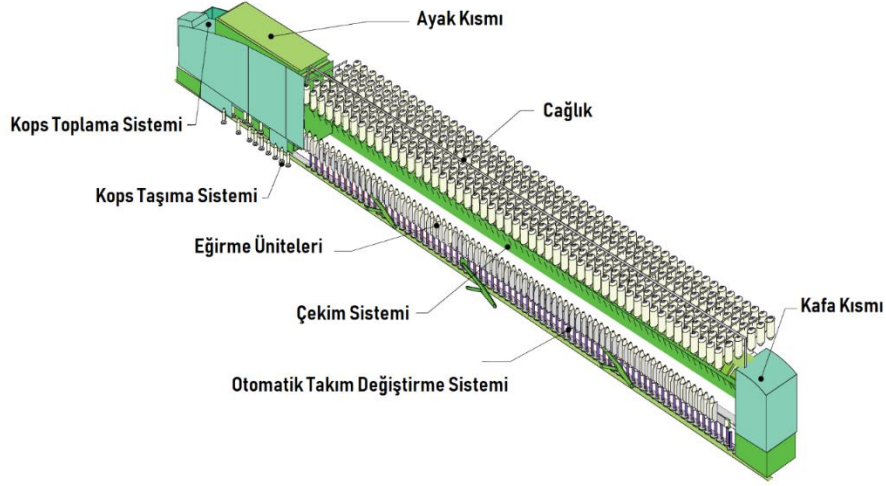
Şekil 3.1. Ring Makinesi (Rieter, 2019)

Ring makinelerinin temelde 3 ana görevi bulunmaktadır. Bunlar; fitilin çekim sisteminde istenilen iplik numarasına inceltmesi, elyaf demetine büküm ile mukavemet verilmesi ve oluşan ipliğin sonraki proseslere uygun olarak sarılmasıdır. Bu işlemler ring makinesinin aşağıda detaylandırılan ve Şekil 3.2.'de de gösterilen temel kısımları tarafından gerçekleştirilmektedir.

- Tahrik ekipmanlarının bulunduğu kafa ve ayak kısımları,
- Eğirme ünitelerinin ve cağlığın bulunduğu seksiyonlar,
- Otomatik takım değiştirme sistemi,
- Kops toplama sistemi veya bobin makinasına otomatik olarak kopsun gönderildiği bağlantı kısmı.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN



Şekil 3.2. Ring Makinesinin Kısımları (Neubauer, 2010)

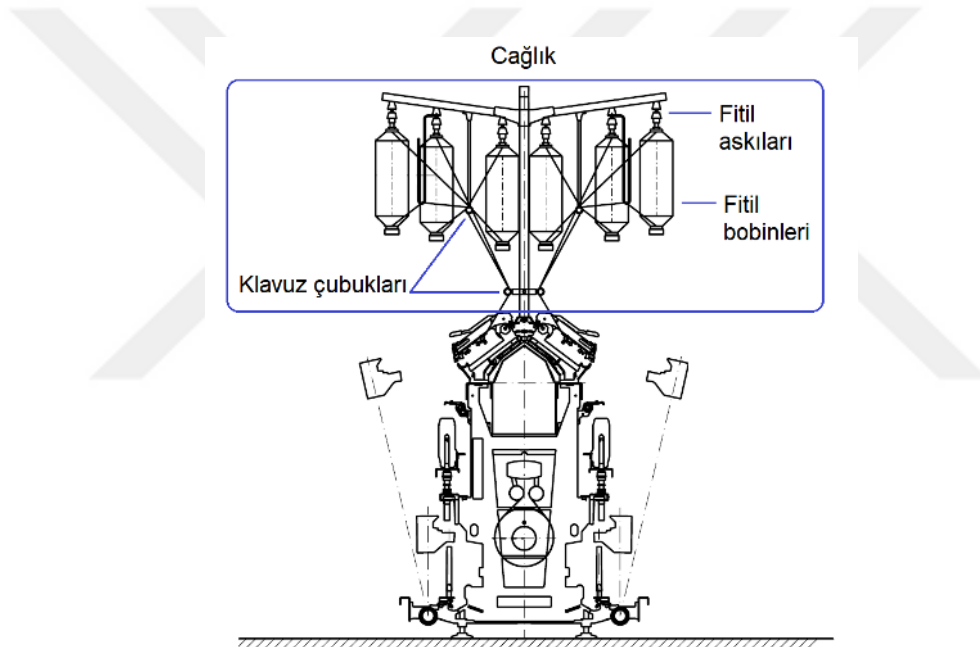
Ring makinesinin kafa ve ayak kısımlarında; tüm tahrik ve aktarma elemanları, motorlar, teknolojik hava emiş sistemi, elektrik ve elektronik aksamalar bulunmaktadır. Makinenin kumanda ve kontrol panosu yine ayak kısmında bulunmaktadır.

Seksiyonlar ise, ipliğin asıl eğrildiği kısımdır. Seksiyonlarda yukarıdan aşağıya doğru; fitil bobinlerinin asıldığı cağlık, fitilin istenilen iplik inceliğine getirildiği çekim sistemi, ipliğin eğrildiği iğ-bilezik-kopça sistemi (diğer bir deyişle bilezik sehpası, ip sehpası ve üzerlerinde bulunan tüm ekipmanlar) ve en alt kısmında ise boş masura ve dolu kopsları hareket ettiren sistem bulunmaktadır. Seksiyonlar ve üzerinde bulunan ekipmanlar hakkındaki detaylar bu bölümün ilerleyen kısımlarında incelenmiştir.

Otomatik takım değişirme sistemi ise makinenin tüm seksiyonlarına yayılmış ve boş-dolu masura değişimini insana ihtiyaç duymadan gerçekleştiren sistemdir.

3.1.1. Çağlık

Çağlık, fitil bobinlerinin asıldığı fitil askıları ve de çekim sistemine fitillerin doğru şekilde beslenmesini sağlayan kılavuz çubuklardan oluşmaktadır. Genelde çağlıklar 6 sıralı olarak dizayn edilirler ve makinedeki iğ sayısı kadar fitil bobininin asılabilmesine olanak sağlarlar. İhtiyaca göre çağlıklar 4, 8 ve 10 sıralı olarak da makine sağlayıcıları tarafından üretilebilmektedir. Çağlıkla ilgili görsel Şekil 3.3.'de verilmektedir.



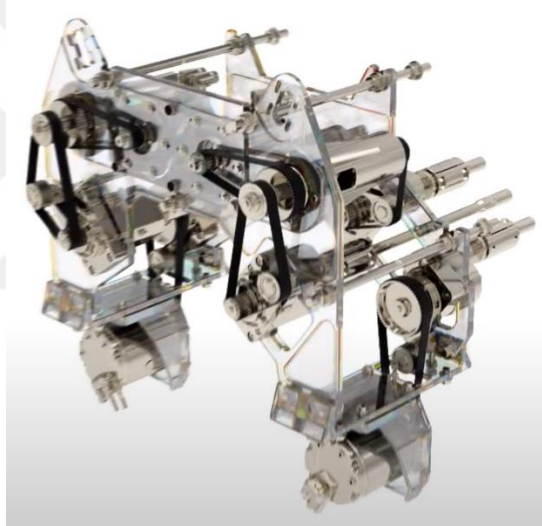
Şekil 3.3. Ring Makinesi Çağlık Kısım (Rieter, 2014)

Fitil bobin çağlığı tasarım bakımından çok basit görünse de hata oluşumuna sebep verebileceği için önemlidir. Bobinden fitilin sağılması doğru şekilde gerçekleşmemesi durumunda; fitilde yalancı çekim oluşabilir ve ilave iplik kopuşlarına sebebiyet verebilir (Klein, Stalder, 2014).

3.1.2. Çekim Sistemi

Çekim sistemi, cağılıktan gelen fitilin istenilen iplik numarasına göre inceltilmesi görevini üstlenen ring makinesi kısmıdır.

Çekim sistemini tahrik eden şanzıman ve motorlar, yüksek iğ sayısına sahip yeni nesil ring makinelerinde kafa ve ayak kısmında ve de iğ sayısına, makine sağlayıcısına bağlı olmak kaydıyla makinenin ortasında da ilave olarak bulunabilmektedir. Şekil 3.4.'de çekim sistemi motor ve şanzımanlarına ait örnek bir görsel sunulmaktadır.



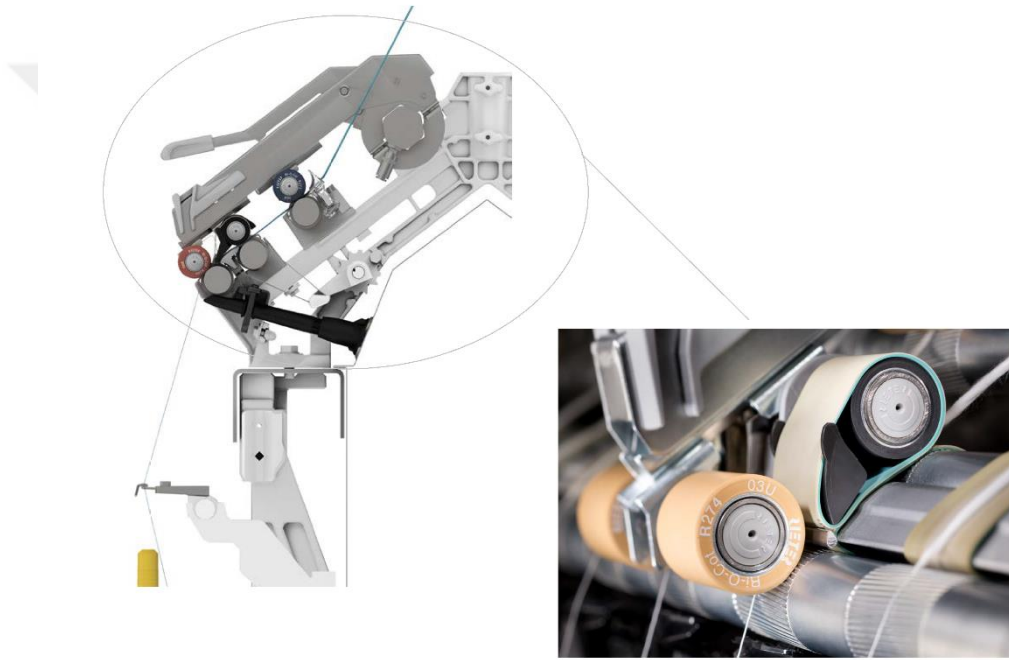
Şekil 3.4. Çekim Sistemi Şanzıman ve Motorları (Rieter, 2020)

Kısa elyaf iplikçiliğinde kullanılan ring makinelerinde genelde 3 üzeri 3 silindir ve çift apronlu çekim sistemi kullanılmaktadır. Çekim sisteminde sıralı üç adet çelikten yapılmış yivli alt çekim mili bulunur. Şanzıman ve motorlar bu çekim millerini tahrik ederler. Çekim millerinin üzerinde ise, bir çekim tabancasıyla millerin üzerine baskılanan baskı silindirleri bulunmaktadır. Baskı silindirleri ise tahriklerini dolaylı olarak çekim millerinden almaktadırlar.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

Çekim sistemi, ring makinesine 45-60°'lik açıyla eğimli yerleştirilmiştir ve iplik düzgünlüğüne ciddi boyutta etkisi bulunması nedeniyle makinanın en önemli kısımlarından birisidir. Çekim sonrası elde edilen ince elyaf kümesi çıkış silindirlerini terk etmekte ve gerekli mukavemeti sağlayacak olan büküm için yüksek hızla dönen işe sevk edilmektedir (Klein, Stalder, 2014).



Şekil 3.5. Çekim Sistemi (Rieter, 2020)

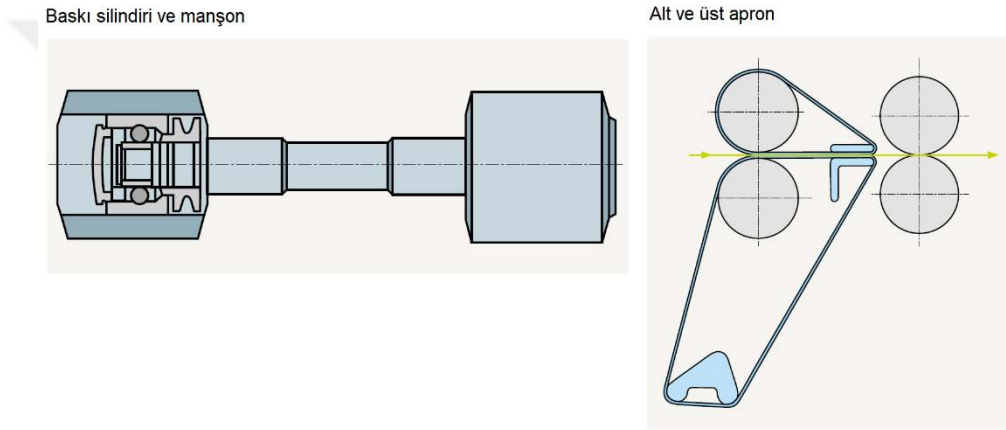
Baskı silindirleri, bir mil, iki ucunda bulunan kısa boru formundaki manşon rulman yatakları ve bu yataklar üzerine geçirilen sentetik kauçukla (farklı sertliklere sahip) kaplı manşonlardan oluşmaktadır.

Baskı silindirleri, çekim tabancasıyla miller üzerine bastırılmaktadır. Çekim tabancaları, bu baskıyı temelde 2 farklı şekilde oluşturmaktadır. İlki üreticilerin birçoğunun kullandığı yay baskılı sistemlerdir. Diğer ise pnömatik baskılı çekim tabancalarıdır.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

Çekim sistemlerinin bir diğer elemanı ise apronlardır. Elyaf kılavuzlama, orta silindirlerle beraber dönen bir çift apron ile yapılmaktadır. Apronlardan birisi altta, diğeri ise yukarıda konumlandırılmaktadır. Kılavuzlamanın sağlanabilmesi için üst apron kontrollü şekilde alt aprona bastırılır. Aynı zamanda iki apron arasından geçecek elyaf kümesinin hacmine göre bir mesafe olması gerekmekte ve bu mesafe kafeslere takılan klipsler sayesinde ayarlanabilmektedir.



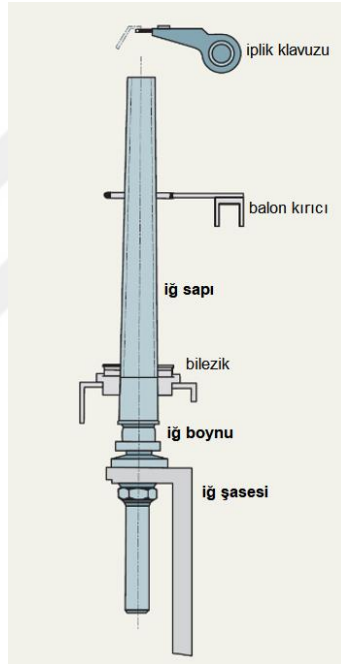
3.1.3. İğ

İpliğe büküm verilmesinde ve eğrilen ipliğin masura üzerine sarılmasında rol oynayan 3 temel ekipmandan biri olan iğ, yapı olarak birbirinden farklı ve ayrı 2 kısımdan oluşur. Bu kısımlar iğ bıçağı olarak da bilinen iğin görünen ve masuranın oturduğu iğ sapı ve yataklama yuvasının bulunduğu alt kapalı kısımdır. İğ sapı alüminyum alaşımdan yapılır ve aşağıdan yukarıya incelen bir geometriye sahiptir. İğ sapının üst kısmında masuranın sıkıca iğe oturmasını sağlayan akupleman bulunur. İğ sapının en alt kısmında iğ boynu bulunmaktadır. İçe oyuk şekilde olan iğ boynu, iğin alt kısmını oluşturan yataklama yuvasının üzerine oturur. İğ kayışından iğ boynuna aktarılan kuvvet ile iğ dönmeye başlar. İğ boynunun ölçüsü ve şekli önemlidir. Çapı çok küçük tutulduğunda, yüksek iğ devirlerine daha düşük tahrik

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

hızlarında ulaşılabilir. Bu sayede enerjide tasarruf edilir. Bununla birlikte iğ kayışından aktarılan tahrikin kaydırma olmaksızın iğ iletimi için iğ boyun çapı çok küçükte olmamalıdır. İğ boyun çapları günümüzde 17,5 mm ile 22 mm arasında değişiklik göstermektedir. İğ alt yataklama yuvası ise sıkıca iğ sehпасına oturtulmuştur (Klein, Stalder, 2014). İğ, iğ boynu ve iğ şasesini gösterir detaylar Şekil 3.7.'de sunulmaktadır.



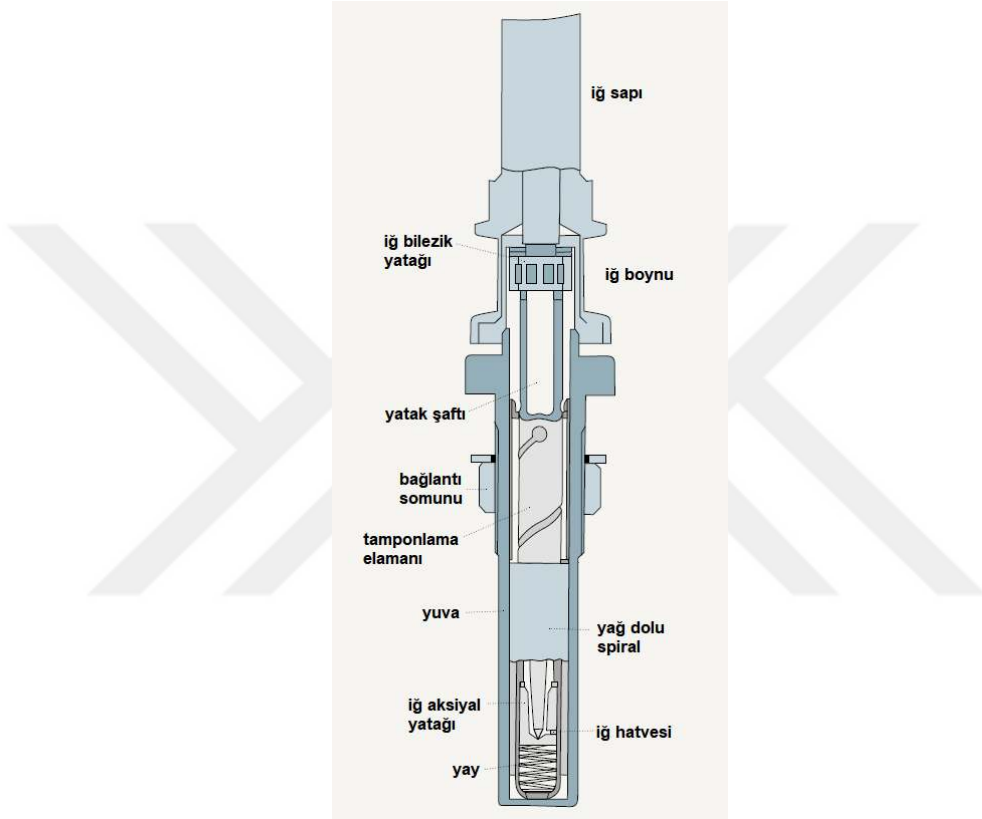
Şekil 3.7. İğ, İğ Boynu ve İğ Şasesi (Klein, Stalder, 2014)

Modern iğ yataklamasının temel dizaynı Şekil 3.8.'de gösterilmektedir. İğ yataklaması kendi içerisinde 2 kısımdan oluşmaktadır: iğ bilezik yatağı ve iğ aksiyal yatağı. Her iki kısımda yuva vasıtasıyla birbirlerine bağlıdırlar. İğ bilezik yatağı hassas bilyeli rulmandan oluşur. Kaymalı yatak (konik yatak) olarak dizayn edilmiş iğ hatvesi, iğ sapının elastik merkezlenmesinden ve tamponlanmasından sorumludur. Yatak şaftını iki merkezleme ve tamponlama elemanı kontrol eder. Yağ dolu spiral, iğ hatvesine simetrik olarak monte edilir ve bu sayede optimum tamponlama

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

sağlanır. İğ hatvesi aynı zamanda iğde oluşan tüm dikey kuvvetleri de sönümler (Klein, Stalder, 2014).



Şekil 3.8. İğ Yataklamasının Temel Dizaynı (Klein, Stalder, 2014)

İğ bilezik yataklaması, kaymalı yatak veya rulmanlı yatak şeklinde olabilir. Kaymalı yatak kullanılarak gürültü seviyesi önemli ölçüde düşürülebilir fakat enerji tüketimi bir miktar artar. Bundan dolayı genelde iğlerde rulmanlı yatak kullanılır. Standart iğlerde, iğ bileziği yataklama yuvasına sıkı sıkıya sabitlenmiştir. Dolayısıyla yataklama titreşimi tamponlama olmaksızın iğ şasisine aktarılır. Bu da yüksek iğ devirlerinde yüksek gürültü seviyelerine neden olur. 18000 d/dak'nın üzerindeki iğ hızları için sadece iğ hatvesi değil aynı zamanda iğ bileziği de

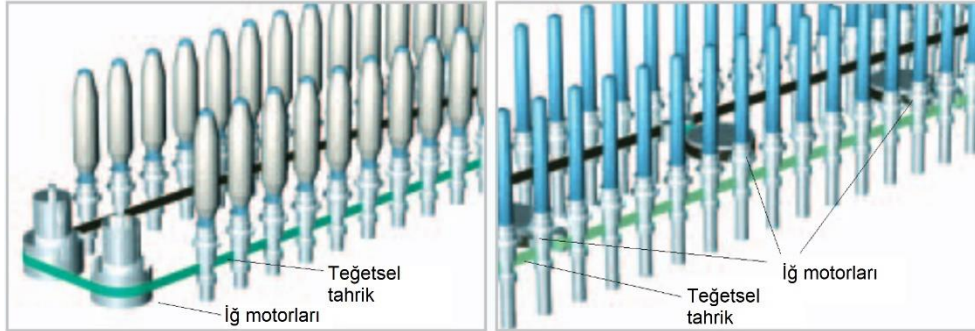
3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

yataklama yuvasına esnek olarak sabitlenir. Bu iğler diğer iğlere göre daha maliyetli olup, yüksek iğ devirlerine müsaade etmesi ve ring iplik eğirme makinelerinin gürültü seviyesini 10 dB civarında düşürmesiyle avantaj sağlar. İğ hatvesi her daim kaymalı yatakla yataklanır ve esnektir. Yani yanlara doğru küçük hareketler yapabilir. Bu sayede iğ kendisini merkezleyebilir ve kritik aralıklarda gerçekleşen prosesi mümkün kılınır. Ayrıca yataklama kuvvetlerinde önemli seviyede düşüşler oluşturur (Klein, Stalder, 2014).

İğ tahriki, kısa elyaf iplikçiliğinde 4 iğ tahriki veya teğetsel kayış tahriki olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır.

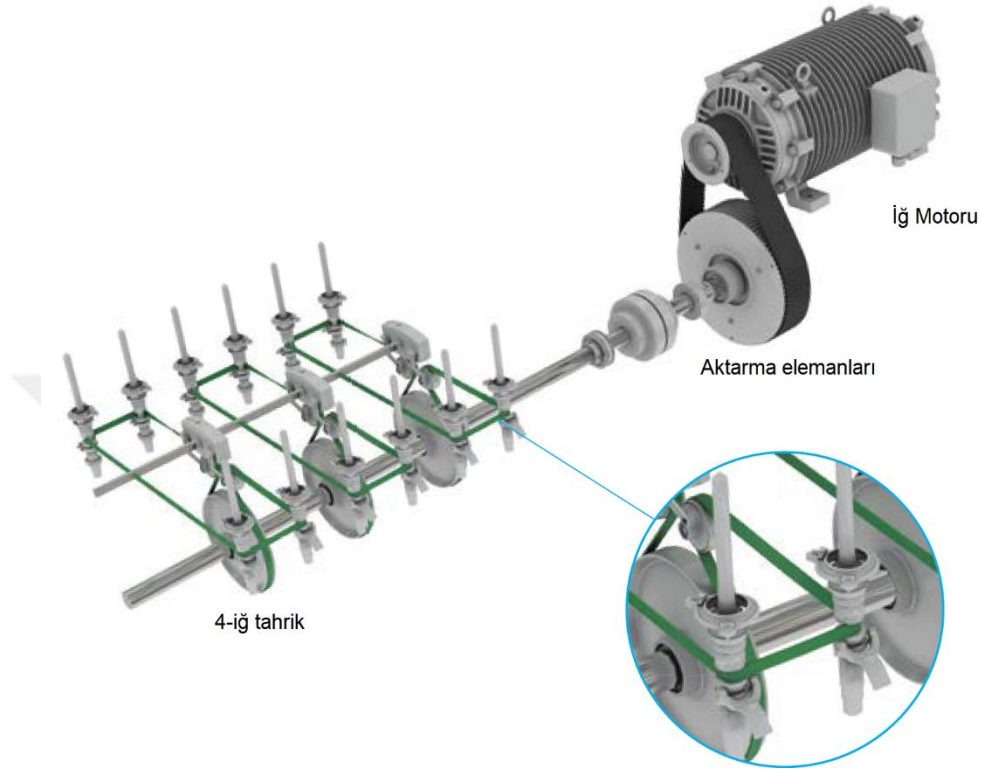
Teğetsel kayış tahrikine sahip ring makinelerinde birden fazla iğ motoru söz konusu olup, iğ motorları ve tüm aktarma elemanları seksiyonların alt kısımlarında bulunur. 4-iğ kayış tahrikine sahip olan ring makinelerinde ise iğ tahrikini aktaran bazı elemanlar seksiyonların alt kısmında bulunsun da ana iğ motoru ve şanzımanı makinenin ayak kısmında bulunur. Şekil 3.9.'da teğetsel kayış tahriki, Şekil 3.10.'da ise 4-iğ kayış tahrikiyle ilgili resimlere yer verilmektedir.



Şekil 3.9. Teğetsel Kayış Tahriki ve Tahrik Elemanları

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN



Şekil 3.10. Dört İğ Kayış Tahriki ve Tahrik Elemanları (Rieter, 2020)

3.1.4. Bilezik ve Kopça

Bilezik tarafından klavuzlanan kopça, iğnin dönüşüyle birlikte bilezik üzerinde hareket ederek çekim sisteminden çıkan elyaf kümesine büküm verir. Aynı zamanda eğrilmiş ipliğin masura üzerine sarılmasını sağlar (Lawrence, 2003).



Şekil 3.11. Bilezik ve Kopça (Bräcker, 2008 – Reiners + Fürst, 2019)

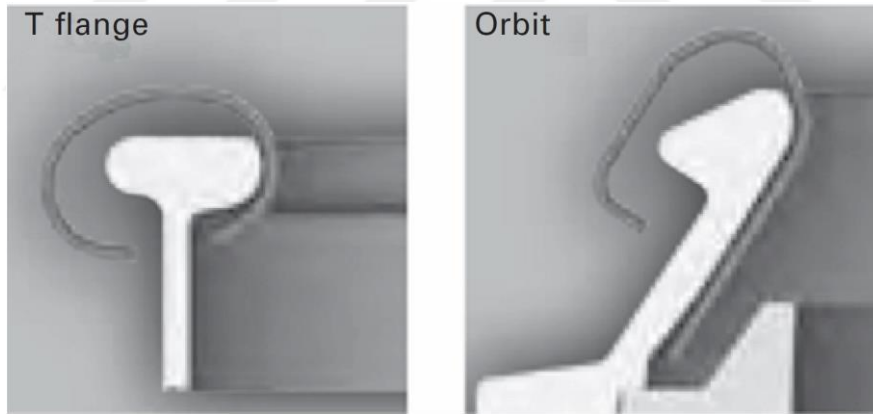
3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

Bilezik-kopça kombinasyonunun tasarımında, kopçanın dönme stabilitesi ve kopça ile bilezik arasındaki iplik açıklığı önem arz etmektedir. Bundan dolayı farklı elyaf ve iplik tiplerine göre farklı kesitlerde kopçalar üretilir (Lawrence, 2003).

İplik eğirme esnasında bilezik, kopça ve iplik arasında muazzam bir etkileşim söz konusudur. Pek çok durumda da ring iplik makinelerindeki verimlilik ve üretim sınırlamalarından bu etkileşim sorumludur. Bu kapsamda; ring ve kopçanın üretildiği materyal, bu iki eğirme elemanının yüzeyine uygulanan bitim işlemi (kaplama) ve şekilleri, bu şekillerin birbirine uyumu, aşınma direnci, düzgün çalışması, rodaj prosedürü ve elyaf yağlaması optimum çalışma koşullarını yakalamada çok önemlidir (Klein, Stalder, 2014).

Bilezikler, form olarak Şekil 3.12.'de gösterildiği üzere; T-Flanş ve Eğimli-Flanş (Orbit ticari ismi ile anılır) bilezikler olmak üzere 2 ayrılmaktadır.



Şekil 3.12. Bilezik Formları; T-Flanş ve Orbit Bilezik (Lawrence, 2003)

Bilezik, iç kısmı dayanıklı ve en dış kısmı ise sert olması gereken bir yapıya sahiptir. Bu bakımdan kopça ile etkileşimde olan yani çalışan yüzeye çok dikkat edilmelidir. Yüzeyde homojen olarak yaklaşık 800-850 HV Vickers sertliğine sahip bir kaplama olmalıdır. Bileziğe göre daha kolay değiştirilebilen ve maliyet bakımından daha ucuz olan kopça ise daha düşük 600-650 HV sertlik değerleri seçilir. Aynı zamanda yüzey pürüzsüzlüğü de çok önemlidir. Pürüzsüzlüğün yüksek

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

olması beklenmekle birlikte, yağlama filminin oluşumu için çok yüksek olması da istenmemektedir.

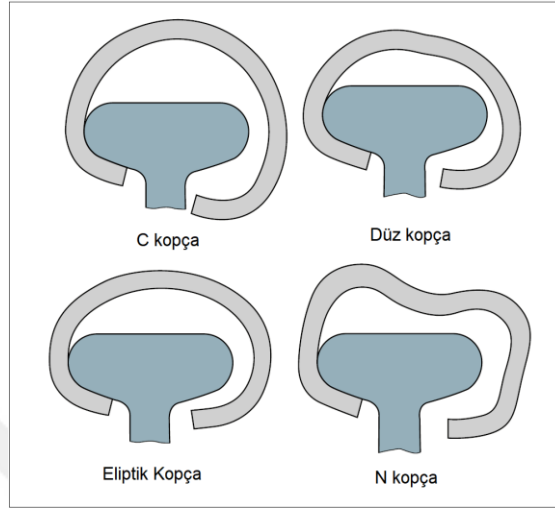
Bilezikler genelde sertleştirilmiş çelik, nitrit çelik ve rulman çeliğinden üretilmektedir. Sürtünmeyi, aşınmayı azaltmak ve korozyonu önlemek ve rodajı kolaylaştırmak amacıyla bilezik yüzeyi özel bir kaplama ile kaplanır. Kullanım yerine ve bilezik özelliklerine bağlı olarak kaplamalar; oksitler, nitritleme ve karbonitritleme, sert krom, nikel ve seramikler içerir (Klein, Stalder, 2014).

Bilindiği üzere; kopçanın kendi tahrik sistemi yoktur ve iğ tarafından sürüklenir. Bu sürüklenme, iğ ve kopçanın çevresel hızı arasında bir fark yaratmakta ve bu fark sayesinde eğrilen iplik masura üzerine sarılabilmektedir. Sürüklenmeyi oluşturan asıl durum merkezkaç kuvvetiyle kopçanın bilezik üzerine bastırılmasıdır. Bu bölgede 35 N/mm'ye kadar yüksek bir temas basıncı oluşmakta ve bu da önemli miktarda ısı oluşumuna sebep olmaktadır.

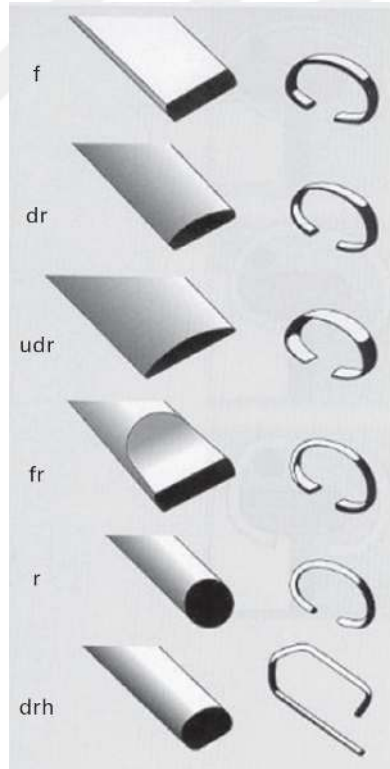
İplik numarası ve iplikten beklenen özelliklere bağlı olarak; kullanılacak kopçalar büyük değişiklik gösterir. Kopçalar, şekillerine, ağırlıklarına, yapıldıkları hammaddeye, kaplamalarına, profillerine ve iplik geçiş aralıklarına (yay yüksekliği) göre birden fazla tipte üretilmektedir (Klein, Stalder, 2014). Bazı kopça şekilleri ve profilleri Şekil 3.13. ve 3.14.'de gösterilmektedir.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN



Şekil 3.13. Kopça Şekilleri (Klein, Stalder, 2014)



Şekil 3.14. Kopça Profilleri (Lawrence, 2003)

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

Kopçadan mümkün olduğunca az ısınması, oluşan ısının tüm kopça boyunca yayılması, bilezik ve hava temasıyla ilgili ısının uzaklaştırılması, kopça takma işlemine müsaade edecek kadar esnek olması, yüksek aşınma dayanımına sahip olması ve de bileziğe göre biraz daha düşük kaplamaya sahip olması beklenmektedir. Bu çerçevede kopçalar genellikle çelikten yapılır ve aynı zamanda tüm beklentilerin karşılanabilmesi için özel ısıtma işlemlerden geçirilir ve kimyasallarla yüzey işlemlerine (kaplama) tabi tutulurlar. Farklı yöntemler ve metaller kullanılarak kaplama işleme gerçekleştirilmektedir (Klein, Stalder, 2014).

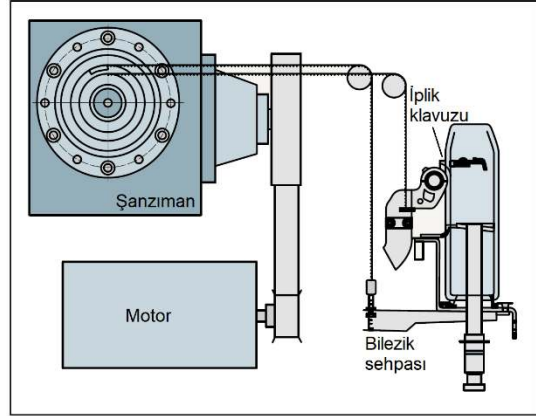
Kopça ağırlığı ise, başta iplik numarası olmak üzere birçok değişkene bağlı olarak farklılık gösterir. Daha detaylı bilgiler, ring iplik eğirme makinesinde enerji tüketimini etkileyen faktörler bölümü kapsamında ele alınmıştır.

3.1.5. İplik Sarım Mekanizmaları ve Takım Değiştirme Sistemleri

Eğrilen ipliğin masuraya sarımı (kops dolumu) boyunca, bilezik sehpa ve onunla birlikte balon kırıcı ve iplik kılavuzu da aşağı yukarı hareket ettirilir. Bu hareket yeni nesil ring makinelerinde frekans kontrollü motorlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Şekil 3.15.'de iplik sarım mekanizmasının bir başka deyişle bilezik sehpasının ve iplik kılavuzunun hareketini sağlayan tahrik sistemi gösterilmektedir.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

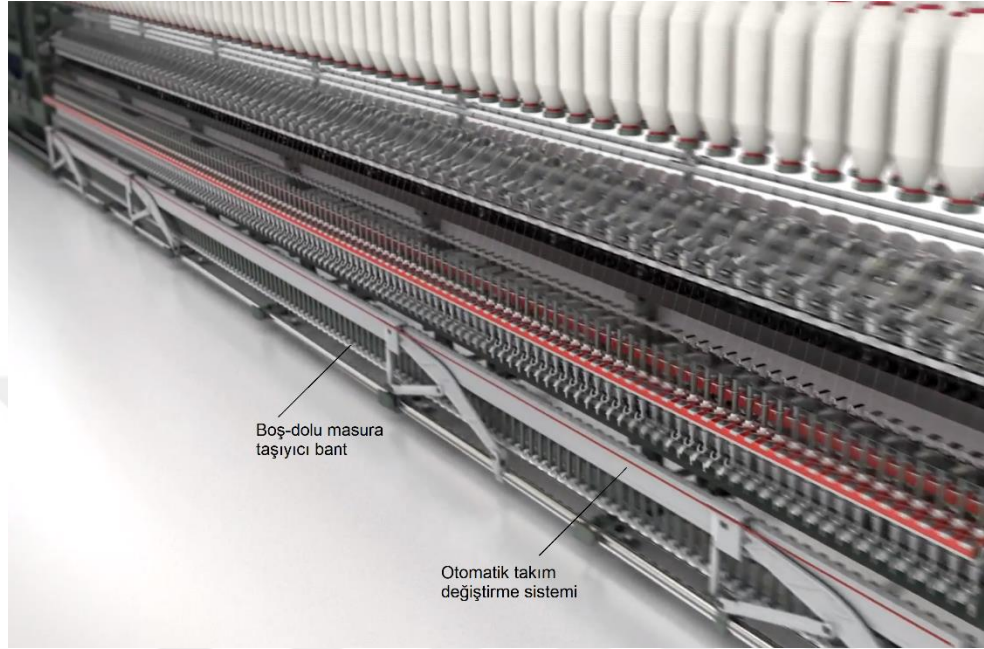


Şekil 3.15. İplik Sarım Mekanizması (Klein, Stalder, 2014)

Yeni nesil ring makinelerinde, kops dolumu tamamlandığında dolu kopslar, boş masuralar ile otomatik takım değiştirme sistemi vasıtasıyla değiştirilir. İşlem ise şöyle gerçekleşir. Dolu kopsları almak üzere takım değiştirme sistemi yukarı doğru hareket eder ve tüm iğlerin üzerinde pozisyon alır. Dolu kopsların uçlarından tutulması ile tüm kopslar seksiyonun aşağısına doğru iner ve burada bulunan boş-dolu masura taşıyıcıya getirilir. Dolu kopslar taşıyıcı diskler üzerine bırakılır. Sonrasında bant ileriye doğru küçük bir hareket gerçekleştirir ve boş masuraların takım değiştirme sistemine merkezlenmesini sağlar. Boş masuraları alan takım değiştirme sistemi yukarı hareket eder ve bu masuraları yavaşça tüm iğlere yerleştirir. Takım değiştirme sistemi ve boş-dolu masura taşıyıcı bant Şekil 3.16.'da gösterilmektedir.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN



Şekil 3.16. Otomatik Takım Değiştirme Sistemi (Rieter, 2020)

Takım değiştirme işlemi tamamlandıktan sonra taşıyıcı bant, dolu kopsları makinenin ayak kısmına doğru taşır. Dolu kopsların ring makinesinden toplanıp bobin makinesine gönderilmesi ve de bobin makinesinden boş masurlarının ring makinesine sevki ise iki farklı şekilde gerçekleştirilmektedir. Günümüzde ülkemizde en sık kullanılan (%90'nın üzerinde) ve "Link" adıyla anılan sistemde; ring ve bobin makineleri birbirlerine bir köprü (bağlantı kısmıyla) ile yekpare olarak bağlanmıştır. Böylelikle ring makinesinde eğrilen iplikler kops formunda direk bobin makinası gönderilir ve bobin makinesinde birden fazla kops bobin olarak sarılır. Bu aktarım, işlem tamamen otomatik ve insana gerek olmadan gerçekleşir. İlgili sistem Şekil 3.17.'de gösterilmektedir.



Şekil 3.17. Link Sistemi (Anonymous)

Yeni nesil ring makinelerinde çok nadir olarak talep edilen diğer sistemde ise; ring makinelerinde bir kops toplama kısmı bulunmaktadır. Makinenin ayak kısmında bulunan bu sistem dolu kopsları, makinenin alt kısmından alarak bir kovaya otomatik olarak iletir. Sonrasında bu kova bobin makinesine işçi yardımıyla taşınır ve tüm kopslar bobin makinesinin kops haznesine dökülür ve teker teker ilgili ünitelere beslenerek birden fazla kops bobin olarak sarılır.

3.1.6. Teknolojik Emiş Sistemi

Ring makinelerinde teknolojik emiş, temelde konvansiyonel ring makinelerinde sadece pnömofil emişi için kullanılırken, kompakt ring makinelerinde ise hem pnömofil emişi için hem de kompaktlama emişi için kullanılmaktadır.

Gerek konvansiyonel gerek kompakt ring makinelerinde, çekim sistemi silindirlerinde çekime uğramış fitilin iplik olarak eğrilememesi, yani ipliğin kopması durumunda söz konusu elyaf kümesinin bir şekilde çekim sisteminden

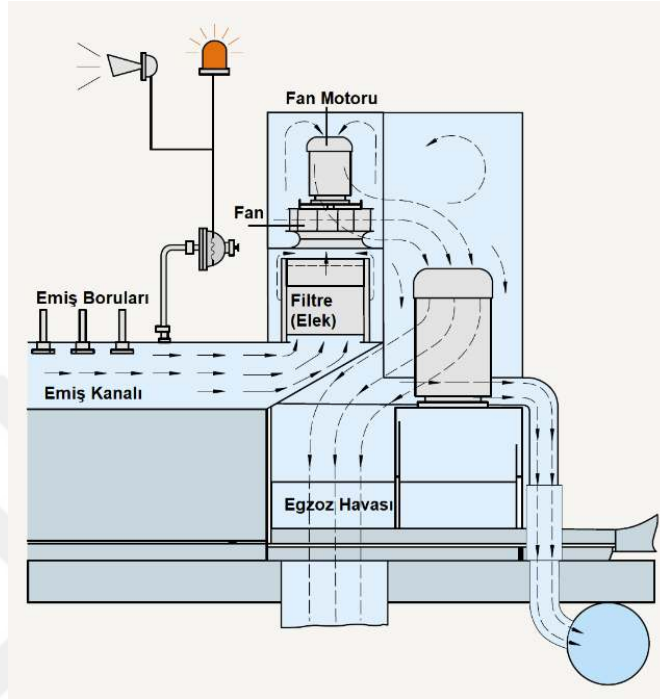
3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

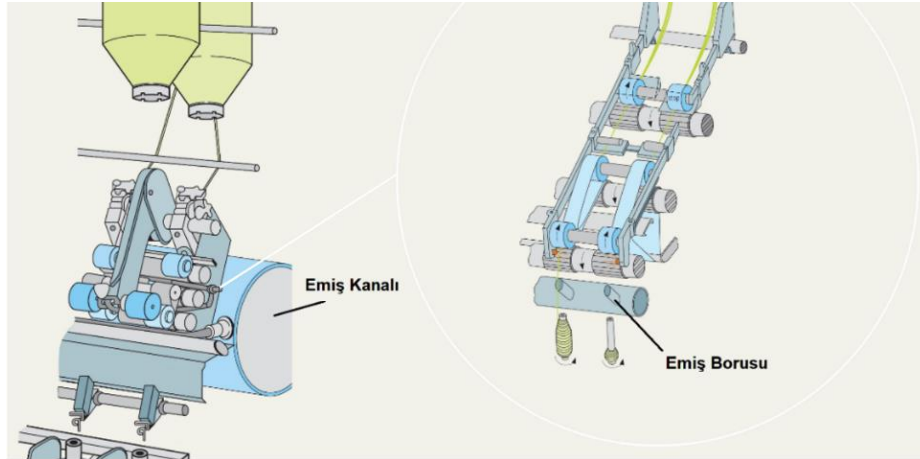
uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu serbest haldeki elyaf kümesi pnömofil olarak adlandırılmakta ve her iğ için çekim sisteminin hemen altında bulunan emiş boruları (emiş flütleri) tarafından emilerek ortamdan uzaklaştırılmaktadır. Bu emiş boruları ring makinesinin merkezinde bulunan ana emiş kanalına bağlıdır. Bu kanaldaki emiş, yani negatif basınç ise ring makinesinin sadece bir tarafında ya da her iki tarafında bulunan emiş fanı ve bu fanı tahrik eden emiş motoru tarafından oluşturulur. Emiş etkisiyle çekim sisteminden uzaklaştırılan pnömofil telefleri hava ile emiş fanına doğru taşınır. Hemen emiş fanı öncesinde bulunan bir filtrede (elekte) biriken telefler, egzoz havasından ayrılmış olur. Telefler makinanın telef haznesinde toplanırken, egzoz havası ise def kanalı vasıtasıyla uzaklaştırılır ve klima sistemine gönderilir. Filtreler ise, otomatik olarak filtre yüzeyindeki telef birikimini uzaklaştırıcı, bir başka deyişle kendini otomatik temizleyen filtreler ve de dışarıdan bir müdahale (manuel el ile temizlik ve harici bir merkezi vakum sistemi yardımıyla temizlik) ile yüzeyi temizlenen filtreler olmak üzere iki farklı filtreden bahsedilebilir.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN



Şekil 3.18. Ring Makinesinde Teknolojik Emiş - Pnömotik Emiş Sistemi (Klein, Stalder, 2014)



Şekil 3.19. Ring Makinesinde Pnömotik Emiş Kanalı ve Emiş Boruları (Klein, Stalder, 2014)

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

Pnömoofil emişi, kopuş sonrası çekim sisteminden çıkan liflerin uzaklaştırmasını sağlamasının yanında seri kopuşları da önlemektedir. Ayrıca eğirme üçgeni başta olmak üzere çekim sisteminden geçen ve klima sisteminden üflenen havayı yönlendirdiğinden iklimlendirmeyi de iyileştirir. Modern sistemlerde geri dönen havanın %50'si pnömoofil emişi sayesinde iklimlendirme sistemine geri kazandırılır (Klein, Stalder, 2014).

Eski sistemlerde daha ziyade sabit devirle çalışan emiş fanları, motorları kullanılır. Bu sistemlerde ulaşılacak emiş değerleri sabit olup ve telef eleğinde biriken elyaf miktarına göre fan devirlerinde bir değişiklik olmaz. İhtiyaç duyulandan fazla oluşan negatif basınç, nispeten daha fazla telef oluşumuna sebep olurken, iplik oluşumunu negatif etkiler. Bu durumu ortadan kaldırmak adına modern yüksek hızlı ring makineleri redresör (frekans dönüştürücü) kontrollü emiş motorları ile ekipmanlandırılmıştır. Bu sayede telef eleğinde biriken telef miktarı ve ihtiyaç duyulan emiş miktarına göre redresör fan devrini düzenler. Çalışılan hammadde, iplik numarası, makinedeki iğ sayısı gibi birçok faktöre bağlı olarak değişir. Bu sistemlerde sürekli aynı negatif basıncı sağlayabilmek adına bir basınç ölçüm sensörü vardır ve bu sensör redresöre sürekli veri göndererek, fan motorunun devrini düzenler. Bu sayede enerji tüketimi azaltılır ve ilave iyi elyaf kaybının önüne geçilir (Shaikh, Bhattacharya, 2016).

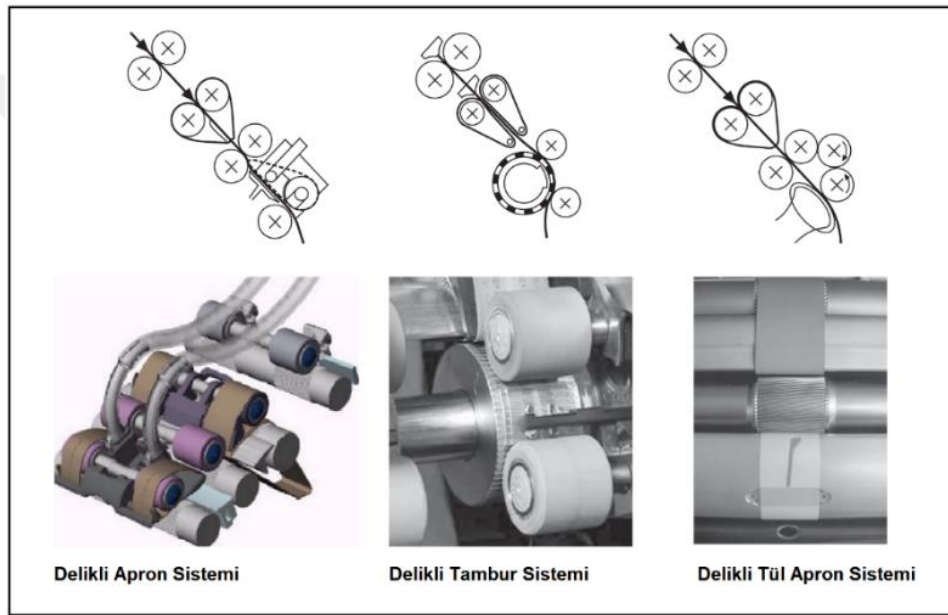
Pnömoofil emişine ilave olarak, kompakt ring makinelerinde kullanılan diğer bir teknolojik emiş ise kompaktlama için kullanılan emiştir.

Ring iplikçiliğinde daha yüksek üretim hızlarına ulaşmak, iplik kalitesini iyileştirmek, esnekliği genişletmek ve karlılığı artırmak her daim ana hedef olmuştur. Ring iplikçiliğinde bir devrim olarak görülen kompaktlama teknolojisi daha iyi kalitede ipliğin üretilmesini, daha esnek hammadde kullanımını ve de daha yüksek üretim miktarlarını vadetmektedir. Basit olarak kompakt ring iplik eğirme makineleri, konvansiyonel ring makinelerinin çekim sisteminde yapılan bazı değişiklikler ve ilavelerle modifiye edilmiş şeklidir. Kompaktlanmış, başka bir

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

deyişle kondense edilmiş iplik eğirme fikrinin temelinde elyaf sakalının genişliğindeki değişimin minimize edilmesi yatar. Bu da hava emişi ile ana çekim bölgesindeki elyaf akışının kondense edilmesi ve eğirme üçgeninin önemli miktarda küçültülmesiyle olur. Hava emişi elyafın aktığı hat üzerine monte edilmiş delikli bir yüzeyden yapılır (Lawerence, 2010).



Şekil 3.20. Kompaktlama Sistemleri – Emişin Yapıldığı Delikli Yüzeye Göre (Lawerence, 2010)

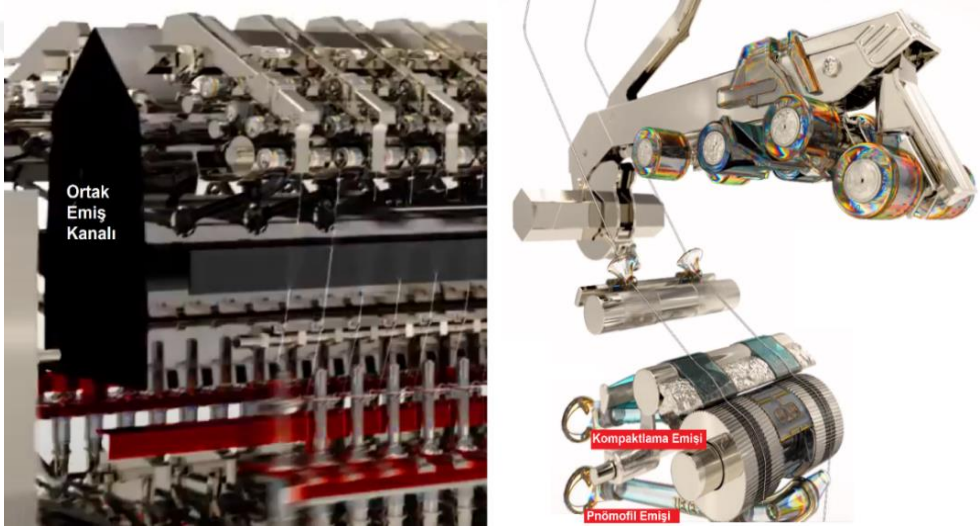
Kompakt ring makinelerinde ihtiyaç duyulan kompaktlama emişi, sektörde kullanılan makinalarda temelde 2 farklı şekilde elde edilir. Bunların ilki; kompaktlama emişi için pnömofil emişinin sağlandığı kanalın, fanın ve motorun ortak kullanıldığı sistemlerdir. Diğerisi ise kompaktlama için tamamen ayrı bir emiş kanalının, fanının ve fan motorunun kullanıldığı sistemlerdir.

Kompaktlama ve pnömofil emişinin ortak emiş kanalı ve emiş fanıyla yapıldığı sistemler, konvansiyonel ring makinelerindeki sistemlere çok benzerdir. Sadece her iş için ana kanala bağlanan ilave bir emiş borusu bulunmakta ve delikli

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

tamburların kullanıldığı kompaktlama kısmına emiş bu ilave borular vasıtasıyla iletilmektedir. Aynı emiş kanalı ve fanının kullanılması sayesinde enerji tasarrufu sağlayan bu sistemlerde emiş fan motorlarının büyüklüğü konvansiyonel ring makinelerinde kullanılanlara göre biraz daha büyüktür. Bu sistemde gerek pnömofil emişinden gelen telefler, gerekse de kompaktlama sisteminden gelen elyaf ve tozlar aynı telef haznesinde birikmektedir.



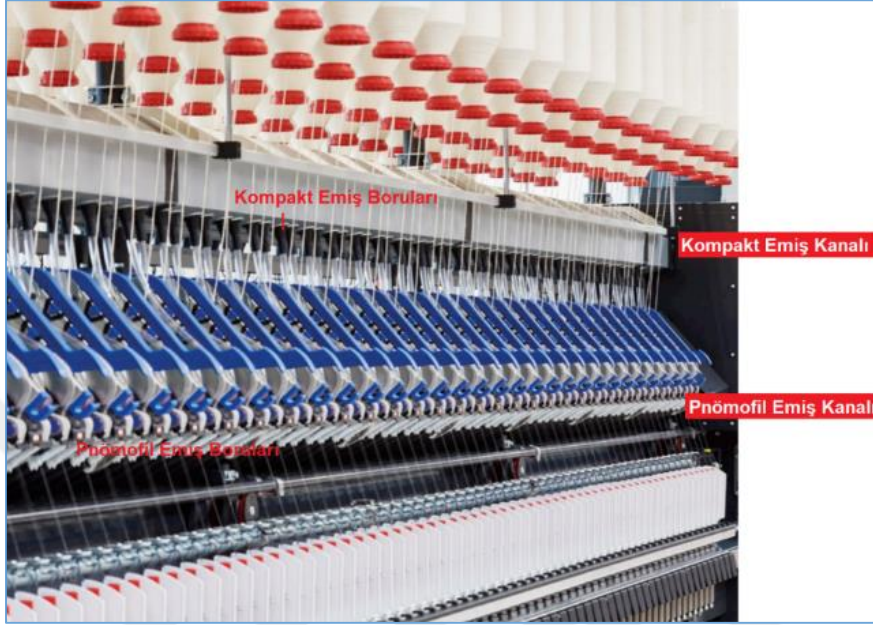
Şekil 3.21. Kompaktlama ve Pnömofil Emişinin Ortak Yapıldığı Sistem (Rieter, 2020)

Kompaktlama emişinin, pnömofil emişinden tamamen ayrı yapıldığı sistemlerde ise kompaktlama için ilave bir kanal ve bu kanalda emişi sağlayan ilave bir fan ve fan motoru bulunmaktadır. Bu sistemlerde kompaktlama emişiyle gelen lifler ayrı bir filtre ile toplanmakta ve ayrı bir telef haznesinde birikmektedir. Kompakt emiş kanalından her bir iğ e mişi aktaracak borular bulunmaktadır.

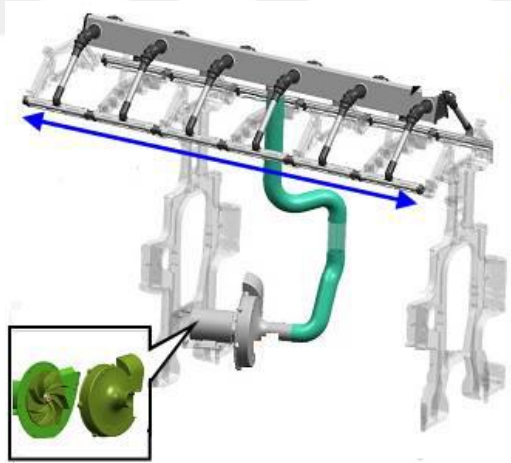
Kompaktlama emişinin pnömofil emişinden ayrı yapıldığı sistemlerde kendi içerisinde ikiye ayrılmaktadır. Bunlar; komple makinanın kompakt emişi için tek veya iki fanın kullanıldığı sistemler ve belirli sayıda (yarım seksiyon, tam seksiyon) iğ için bağımsız emiş fanlarının kullanıldığı sistemlerdir.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN



Şekil 3.22. Kompakt ve Pnömoofil Emişinin Ayrı Yapıldığı Sistem (Saurer, 2018)



Şekil 3.23. Her Yarım Seksiyon için Ayrı Kompakt Emiş Fanının Bulunduğu Sistem (Stampher, 2013)

3.2. Ring İplik Eğirme Makinesinde Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler

Ring makinelerinde enerji tüketen tahrik motorları 4 ana grupta incelenebilir. Bunlar;

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

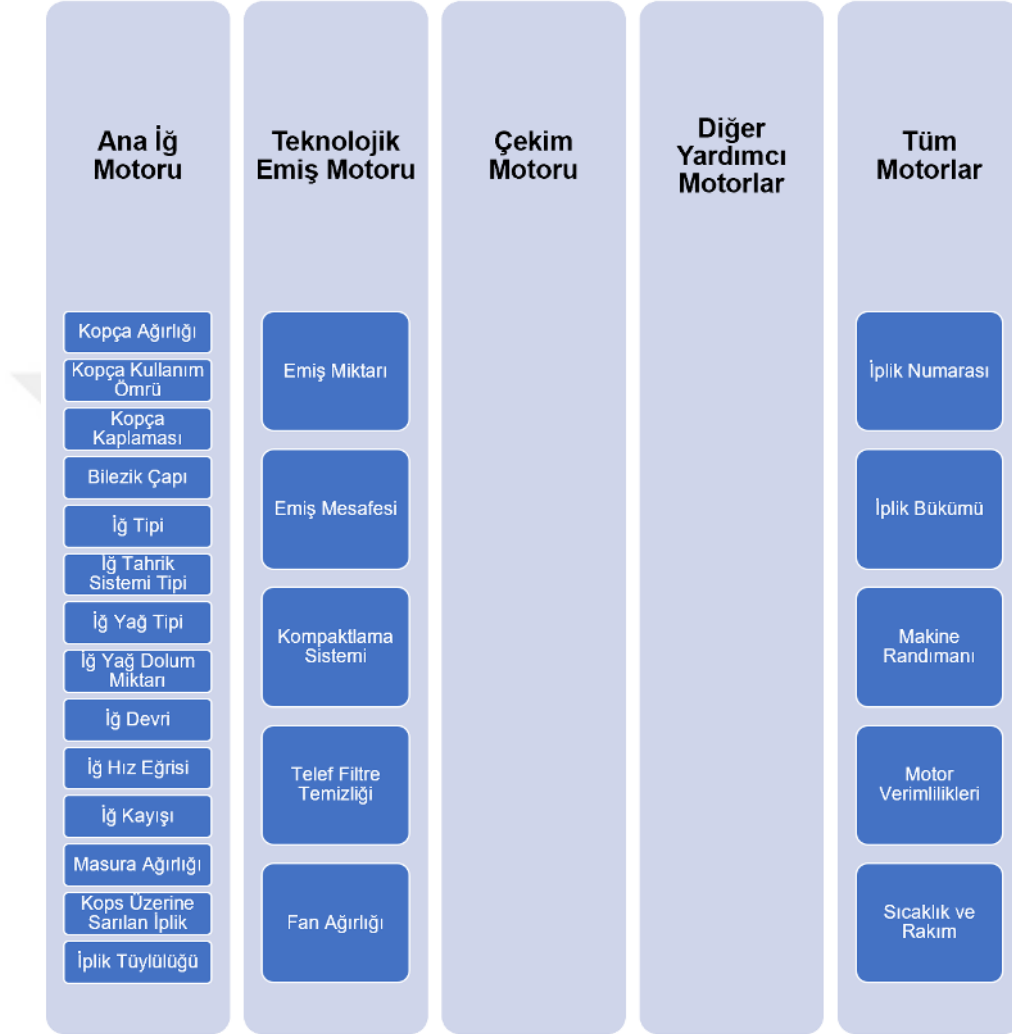
- Ana iğ tahrik motoru veya motorları,
- Teknolojik emişi sağlayan motor veya motorlar,
- Çekim sistemi tahrik motorları,
- Diğer yardımcı tahrik motorları ve sistemleri (takım değiştirme sisteminin tahriki, bilezik sehpa tahriki vs.).

Yardımcı tahrik motorları kapsamına, bilezik sehpa tahriki ve üzerindeki ilgili ekipmanların aşağı-yukarı hareketini sağlayan tahrik motoru, takım değiştirme sistemi tahrik motorları, boş masuraları ve dolu kopsları makine altında gezdiren motorlar, boş ve dolu masuraları değiştiren sistemin tahrik motorları girmektedir.

Enerji tüketimini etkileyen her bir faktör, makine de bulunan hangi motorun enerji tüketimini etkilediğine göre çalışma kapsamında ayrılmıştır. Tüm faktörlerin dağılımı aşağıdaki Şekil 3.24.'de gösterilmektedir.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

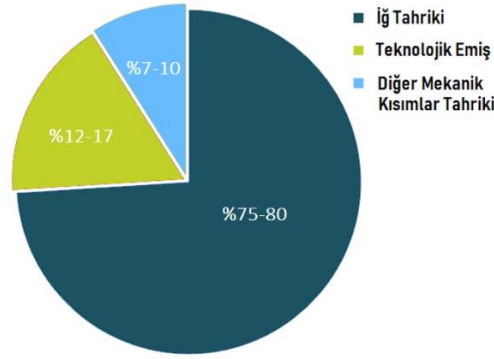


Şekil 3.24. Motorlara Göre Enerji Değişimi Etkileyen Faktörler

Makine tipine, modeline göre değişkenlik arz etmek kaydıyla, ring iplik eğirme makinesindeki enerjinin, yaklaşık %75-80'nin iğ tahriki için, %12-17'sinin teknolojik emişi sağlayan fan tahriki için, %7-10'nun ise çekim sistemi başta olmak üzere, diğer yardımcı tahrik motorları için harcanmaktadır (Coşkun, Oğulata, 2020).

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN



Şekil 3.25. Ring Makinesinin Kısımlarının Enerji Tüketim Oranları (Coşkun, Oğulata 2020)

3.2.1. Ana İğ Motoruyla İlgili Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler

Ana iğ motoru, ring makinesinin en fazla enerji tüketen kısmı olmasıyla birlikte, enerji tüketimi etkileyen nitelik olarak en önemli, nicelik olarak en fazla faktörü kapsar. Aşağıdaki başlıklar kapsamında tüm faktörler ayrı ayrı incelenmiştir.

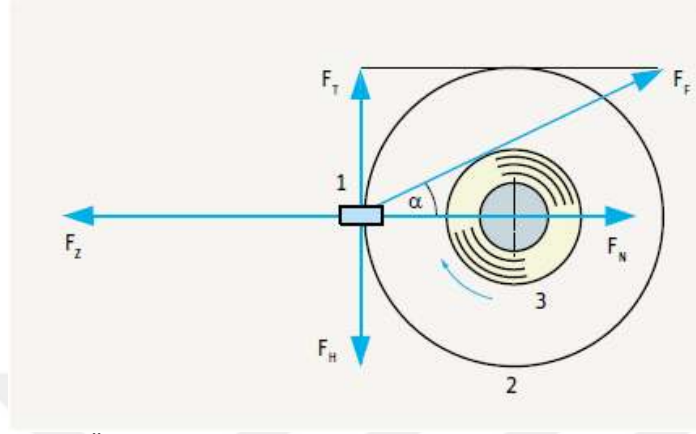
3.2.1.1. Kopça

Kopça; bilezik ve iğ ile birlikte iplikte bükümü oluşturan ve de ipliğin masuraya sarılmasını sağlayan ana eğirme elemanlarından birisidir.

İpliğe bükümün verilebilmesi ve de sarım işleminin yapılabilmesi için kopçanın iğın dönüş hareketiyle sürüklenmesi lazımdır. Bu sürüklenme esnasında kopça üzerinde birçok kuvvet etkili olmaktadır. Aşağıdaki Şekil 3.26.'da da görüleceği üzere; bu kuvvetler kopçaya (1) bilezik düzleminde (2) etki etmektedir.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN



Şekil 3.26. Kopça Üzerine Etkiyen Kuvvetler (Klein, 2014)

İplikte çekme gerginliğinden dolayı oluşan çekme kuvveti F_F her zaman kopsun çevresine (3) teğettir. Bilezik ile kopça arasındaki sürtünme kuvveti F_H 'dir. Kopça sabit hızda hareket ederken bu frenleme kuvveti F_H , iplik gerginliği F_F 'nin ileri yöndeki bileşeni F_T ile denge halindedir (Klein, 2014). Dolayısıyla;

$$F_H = F_T \text{ veya } F_H = F_F \cdot \sin\alpha \quad (3.1)$$

F_N normal kuvveti ise kopçayı, kops yönünde çeker ve merkezkaç kuvvetinin oluşturduğu ring-kopça arasındaki sürtünmesini azaltır. Sürtünme kuvveti F_H ile F_N normal kuvveti arasındaki ilişki aşağıdaki formülde verilmektedir. Burada μ sürtünme katsayısıdır (Klein, 2014).

$$F_H = \mu \cdot F_N \quad (3.2)$$

Kopça üzerinde etkili en büyük kuvvet merkezkaç kuvveti F_Z 'dir. Bu kuvvet aşağıdaki verilen formül ile hesaplanmaktadır. Burada m_L kopçanın ağırlığı, w_L kopçanın açısal hızı, $n_{iğ}$ iğ devri ve d_R ise bileziğin çapıdır (Klein, 2014).

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

$$F_Z = m_L \cdot w_L^2 \cdot d_R / 2 \quad (3.3)$$

$$w_L = n_{iğ} \cdot \pi / 30 \quad (3.4)$$

ETH, Zürih Üniversitesinden Prof. Krause tüm kuvvetler arasındaki ilişkiyi aşağıdaki formülle belirlemiş ve çekme kuvveti F_F 'i çözümlemiştir.

$$F_F = (\mu \cdot F_Z) / (\sin\alpha + \mu \cdot \cos\alpha) \quad (3.5)$$

$$F_F = (\mu \cdot m_L \cdot w_L^2 \cdot d_R) / (2 \cdot (\sin\alpha + \mu \cdot \cos\alpha)) \quad (3.6)$$

Kaba tahmin için, formülün “ $\mu \cdot \cos\alpha$ ” kısmı çıkarıldığında yaklaşık olarak aşağıdaki formül elde edilir (Klein, 2014).

$$F_F = (\mu \cdot m_L \cdot w_L^2 \cdot d_R) / (2 \cdot \sin\alpha) \quad (3.7)$$

İpliğin masura üzerine sarılması için F_F kuvvetinin iğ motoru tarafından oluşturuluyor olması gereklidir. Bu kuvvet arttıkça, ana iğ motorunun enerji tüketimi de artacaktır. Bu çerçevede kopça ile bilezik arasındaki sürtünme katsayısının (μ), kopça ağırlığının (m_L), kopça açısal hızının (w_L) ve bilezik çapının (d_R) artmasıyla, enerji tüketiminin artacağı söylenebilir.

Sürtünme katsayısı, kopçayı kaplaması bakımından ve de kullanım süresine bağlı olarak bilezikle temasta olan yüzeyin aşınması bakımından ilgilendirmektedir. Buradan yola çıkarak, kopçayla ilgili olarak 3 ayrı enerji tüketimini etkileyen faktör incelenmiştir: kopça kullanım ömrü, kopça kaplaması ve kopça ağırlığı.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

3.2.1.1.(1). Kopça Ağırlığı

Kopça ağırlığı, kopçanın bilezik üzerindeki sürtünme seviyesini ve dolayısıyla iplik tansiyonunu belirlemektedir. Ağırlığın düşük seçilmesi, iplik balonunun daha büyük, kopsun daha yumuşak sarımlı ve kopsun üzerine daha az iplik sarılmasına neden olur. Diğer taraftan ağırlığın çok fazla seçilmesi, iplik tansiyonun artmasına ve iplik kopuşlarının sıklaşmasına sebebiyet verir (Klein W., Stalder H., 2008.). Bu bakımdan kopça ağırlığının, iplik numarası başta olmak üzere iplik özellikleri, iğ devri, eğrilen elyaf tipi (sentetik, pamuk), bilezik çapı, masura uzunluğu parametrelerine göre belirlenmesi önem arz etmektedir (Bräcker, 2008).

Kopça ağırlıkları, kopça numaralarıyla sınıflandırılmaktadır. Kopça numaraları üreticiden üreticiye farklılık göstermektedir. Bu bakımdan 1000 adet kopçanın gram cinsinden ağırlığını anlatır ISO standardı kopça ağırlığının tanımında daha doğrudur. Bir örnek ile izah edilecek olursa; ISO 35,5; 1000 adet kopçanın 35,5 gram olduğunu ya da 1 adet kopçanın 35,5 miligram olduğunu anlatır.

Aşağıdaki Çizelge 3.1.'de, iplik numarasına göre tavsiye edilen kopça ağırlıkları gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. İplik Numarasına göre Kopça Ağırlık Seçimi (Bräcker, 2014)

Nm	Ne	T-flange		ORBIT	SU	
					PES/Karışımlar	PAC ve CV
		Kopça No	ISO	ISO	ISO	
10	6	12 - 16	200 - 280			250 - 315
14	8	10 - 14	160 - 250		250 - 315	200 - 280
17	10	8 - 11	125 - 180		224 - 280	140 - 200
20	12	6 - 10	100 - 160	90 - 125	160 - 250	100 - 160
24	14	3 - 7	80 - 112	80 - 112	125 - 224	90 - 140
27	16	1 - 4	63 - 90	71 - 100	112 - 180	80 - 112
34	20	2/0 - 2	50 - 71	56 - 80	71 - 140	63 - 80
40	24	3/0 - 1	45 - 63	45 - 63	63 - 125	50 - 71
50	30	6/0 - 2/0	31.5 - 50	31 - 50	56 - 112	35.5 - 63
68	40	9/0 - 5/0	23.6 - 35.5	22.4 - 35.5	50 - 71	31.5 - 56
85	50	10/0 - 6/0	22.4 - 31.5	20 - 31.5	45 - 63	
100	60	14/0 - 9/0	16 - 23.6	18 - 25	40 - 50	
135	80	18/0 - 12/0	12.5 - 18	14 - 20		
170	100	19/0 - 14/0	11.2 - 16			
200	120	20/0 - 18/0	10 - 12.5			
240	140	22/0 - 19/0	9 - 11.2			

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

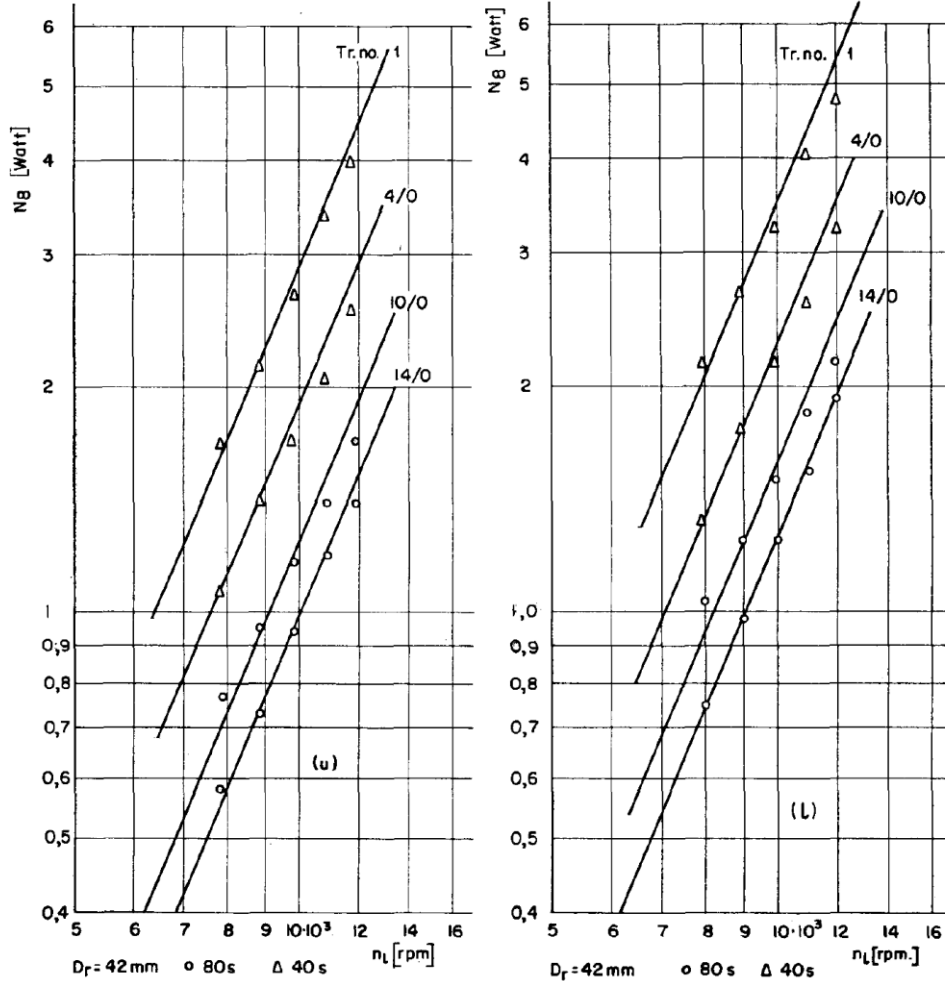
Kopça ağırlığının tespit edilmesinde, enerji tüketiminin de göz önüne alınması birim üretim maliyetlerinin iyileştirilmesi açısından önemlidir. Bu kapsamda üretimi yapılacak iplik numarası için diğer etkenlerin müsaade ettiği en hafif kopçanın seçilmesi tavsiye edilmektedir.

Hosny Ali Soliman, yapmış olduğu deneysel çalışmalarda kopça ağırlığının artmasıyla birlikte enerji tüketimin arttığını tespit etmiştir. Konuyla ilgili çalışmasında verdiği grafikler aşağıda sunulmaktadır.

Şekil 3.27.'den de görüleceği üzere; kopça numarasının 14/0, 4/0'da doğru gitmesiyle, bir başka deyişle kopçanın ağırlaşmasıyla, enerji tüketiminde artış gözlenmektedir. Söz konusu şekilde, N_8 watt cinsinden enerji tüketimini, n_L iğ devrini, D_r ise bilezik çapını göstermektedir.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN



Şekil 3.27. Kopça Ağırlığı – İğ Devri ve Enerji Tüketimi İlişkisi (Soliman, 1963)

Hosny Ali Soliman, çalışmasında ring makinesinde enerji tüketiminin teorik olarak hesaplar formüllere yer vermiştir. Toplam enerji tüketiminin (N_{toplam}); eğirme için tüketilen enerjinin (N_s), kopsa sarım için tüketilen enerjinin (N_p) ve diğer ikincil ve yardımcı tahriklerin enerjinin (N_n) toplamından oluştuğu belirtilmiştir. Eğirme için tüketilen enerji miktarının hesaplanması için şu formüle yer verilmiştir.

$$N_s = 4,25 \cdot z \cdot G^{0,87} \cdot D_r^{1,7} \cdot n^{2,4} \cdot 10^{-8} \quad (3.8)$$

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

İlgili formülde z ; ring makinesindeki iğ sayısını, G ; kopça ağırlığını, D_r ; bilezik çapını, n ; d /dak cinsinden iğ devrini göstermektedir.

Bu formülden hareketle; kopça ağırlığının iğ için tüketilen enerjiyi $G^{0,87}$ oranında değiştirdiği söylenebilir.

3.2.1.1.(2). Kopça Kullanım Ömrü

İplik üretimi esnasında, kopça ve bilezik arasında durmaksızın bir sürtünme söz konusudur. Bu sürtünmeden dolayı bileziğe göre daha yumuşak bir metalden üretilen ve/veya daha yumuşak bir kaplamaya sahip olan kopçanın bilezik ile temas eden yüzeyinde bir aşınma gerçekleşir.

Kopça ömrü, çalışılan ipliğin hammaddesine, çalışılan iplik tipine, iğ devrine başka bir deyişle kopça çevresel hızına, kopça kaplamasına, kopça rodajının yapılıp/yapılmadığı ve hangi şartlar dahilinde yapıldığına vb. gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik gösterir. İplik üreticileri genelde 10-20 gün aralığında kopça değişimlerini yapsalar da, bu süre 4 – 25 gün aralığına genişleyebilmektedir. Kopça değişimi esnasında kaybedilen zaman ve de kopça maliyetlerinden ötürü iplik üreticileri daha ziyade mümkün olan en uzun kopça kullanım ömrünü tercih etmektedirler.

Kopçanın bilezik ile temas eden bölgesinde, iplik üretimine başlanmasının hemen ardından aşınma meydana gelmektedir. Konvansiyonel kopça kaplamaları genelde ilk 16 saatlik kopça ömründen sonra bilezik ile temas eden noktada aşınarak kaybolmakta ve sonrasında kopçanın üretildiği metal üzerinde çalışma meydana gelmektedir. Metal üzerindeki aşınmada kopça ömrüyle birlikte artış göstermektedir.

Kopça üzerinde meydana gelen aşınmaların tipi Şekil 3.28.'de gösterilmektedir.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN



Şekil 3.28. Kopça Üzerindeki Aşınma (Bräcker, 2008)

Kopça ömrünün, daha yüksek kopça hızlarında kısalıyor olması aynı zamanda daha yüksek iplik üretimi yapılabilmesinin önündeki engellerden birisidir. Bu çerçevede temkinli iplik üreticileri, kopça hızının pratikte maksimum 35-40 m/s olmasına dikkat etmektedirler. Bununla birlikte; bilezik ve kopça üreticilerinin konuyla ilgili araştırma-geliştirme çalışmaları devam etmekte olup; sürtünmeyle birlikte oluşan aşınmayı azaltmayı veya kopça-bilezik arasında oluşan ısıyı düşürmeyi hedeflemektedirler. Yeni dizayn bilezik – kopça kombinasyonları, karbonla zenginleştirilmiş çelik kullanımı, yağ emdirilmiş sinterlenmiş bilezik kullanımı, seramik kaplı bilezikler, kopçalar gibi özel bitim işlemi uygulamaları bunların bazılarıdır (Lawrance, 2003).

Kopça ve bilezik üreticileri, kopça üzerindeki aşınmayı geciktirmeyi, kopça-bilezik arasındaki sürtünmeyi azaltmayı şu ana kadar daha yüksek iplik üretimlerine (kopça hızlarına) ulaşmak ve kopça ömürlerini uzatmak adına hedeflediler. Fakat söz konusu durum enerji tüketiminin optimizasyonu bakımından da çok büyük önem arz etmektedir.

Bölüm 3.2.1.1’de detaylı şekilde izah edildiği üzere; sürtünme katsayısının (μ) enerji tüketimine etkisi ciddi boyuttadır. Sürtünme katsayısının artmasıyla birlikte, kopçanın hareketi için gerekli F_H sürtünme kuvvetinde artış meydana gelmekte, bu da enerji tüketimini artırmaktadır.

Yapılan literatür taramasında; kopça kullanım ömrünün artmasıyla enerji tüketiminin ne kadar arttığını gösterir bir kaynağa rastlanmamıştır. Bununla birlikte

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

pratik şartlar altında yapılan enerji ölçüm ve analizlerine Bulgular ve Tartışma bölümünde yer verilmiştir.

3.2.1.1.(3). Kopça Kaplaması

Kopçanın rulo halinde çelik tel olarak başladığı üretim serüveni, bazı ısıt işlemlerden geçtiği ve farklı maddelerle kaplandığı bitim işlemleriyle sonlandırılır. Kopçayla ilgili bitim işlemleri, üretimin asıl uzmanlık ve farkındalık kısmını oluşturduğu için kopça üreticileri tarafından büyük bir hassasiyetle saklanır.



Şekil 3.29. Kopça Kaplaması (Bräcker, 2019)

Kopça üretiminde önemli iki sağlayıcı firmanın bazı kopça kaplama tipleri aşağıdaki çizelgeler dahilinde verilmektedir. Kopça kaplama tipleriyle ilgili detaylar saklı tutulduğu için, ancak ilgili sağlayıcıların vermiş olduğu bilgilerle sınırlı kalmıştır.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

Çizelge 3.2.Kopça Kaplama Tipleri ve Detayları – 1 (Bräcker, 2019)

Kaplama İsmi	Resim	Kaplama Tanımı	Avantajları	Uygulama Alanı
Saphir		*Özel yayınım (ısı) işleminden geçmiş *Mükemmel çelik homojenitesi	*Mükemmel kayma özellikleri *Daha düşük iplik sürtünmesi için pürüzsüz yüzey	*Daha yüksek kopça hızı ve iğ devri - Tüm iplik numaraları ve elyaf için uygun - Normal üretim ve rodaj için uygun
Onyx		*İleri teknoloji yüzey kaplama *Geliştirilmiş kaygan yapı	*Saphir'e göre %50 daha uzun kopça ömrü *Saphir'e göre iğ devrinde +1000 dev/dk. artış *Daha kısa rodaj süresi *Daha yüksek ring makinası verimliliği	*Tüm iplik numaraları için uygun *Kompakt ve konvansiyonel ring makineleri için uygun *Pamuk ve sentetik elyaf için uygun *Daha yüksek kopça hızı ve iğ devri
Starlet		- Özel Nikel kaplama - Aşınmaya karşı mükemmel dayanım	- Zor çalışma şartlarda dikkat çekici özellikler - Optimum kayganlık - Geniş uygulama alanı	- Özellikle sentetik elyaf ve karışımları için uygun - Orta ve yüksek çalışma hızları için uygun - Tüm iplik numaraları için uygun

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

Çizelge 3.3. Kopça Kaplama Tipleri ve Detayları – 2 (Bräcker, 2019)

Kaplama İsmi	Resim	Kaplama Tanımı	Avantajları	Uygulama Alanı
Starlet Plus		* Starlet kaplamanın bir üst versiyonu * Erken yiv oluşma riskinin ciddi seviyede düşürülmesi * Aşınmaya karşı optimum dayanım	* %50 ve üzerinde artırılmış kopça ömrü * Artırılmış kopça ömrü boyunca stabil iplik kalitesi	* Özellikle Viskon ve Pamuk/Viskon karışımları için * Polyester ve boyalı elyaf için * Tüm iplik numaraları için uygun
Pyrit		* Büyük lotlar için uzun ömürlü kullanıma uygun * Yüksek sürtünme dayanımı	* 2-3 kat daha uzun kopça ömürleri * Yüksek kopça hızlarına uygun * Düşük sürtünme özellikleri sayesinde iplik yolunda kaynak olmaması * Düşük kopça sürtünmesi sayesinde sabit iplik kalitesi	* Kompakt ve konvansiyonel ring makineleri için uygun * Tüm iplik numaraları için uygun * Büyük lotlar için uygun
Zirkon		* En sofistike yöntemlerle uygulanmış seramik kaplama	* En yüksek hızlarda normal kopçalara göre 3 kat daha uzun kopça ömrü * Daha az kopça değişimi sayesinde makine duruşlarının azaltılması	* Yüksek hızları hedefleyen tesisler için uygun * Yüksek iğ sayısına sahip ring makineleri için uygun * Sadece Titan bileziklerle kullanıma uygun * Yeni kompakt ring tesisleri için uygun

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

Çizelge 3.4. Kopça Kaplama Tipleri ve Detayları - 3 (Reiners + Fürst, 2019)

Kaplama İsmi / Resim	Teknik Açıklamalar
BlackSpeed 	Tercihen standart kalite bilezikler için kullanılırlar. Özel bir kemotermik yöntemle, parlak siyah bir oksit tabakasıyla kaplanır. Bu yüzey, elyaf yağlama filminin çok iyi bir şekilde tutunmasını ve sonuç olarak iyileştirilmiş bir aşınma koruması sağlar. Siyah oksit tabakası sayesinde, aynı zamanda kopçanın ısı yayımı da büyük ölçüde iyileştirilir ve korozyona karşı çok daha yüksek direnç elde edilir. Bu tabaka ayrıca elyaf içindeki saldırgan maddeler, avivaj ve eriyik gibi zararlı etkilere ve salon ikliminin olumsuz etkilerine karşı büyük ölçüde duyarsızdır. Büyük baskı ve kuvvetlere karşı dayanıklı ve uzun ömürlüdür.
Avus 	Özel yüksek alaşımlı ve dolayısıyla baskı ve kuvvetlere dayanıklı bir temel malzemeden üretilmiştir. Temel malzemeye uyumlu bir termik yöntem uygulanır, bu sayede temel malzeme aşınmayı önleyen yüzeyi, bilezik ile geniş ve optimum temas yüzeyinin son derece hızlı bir şekilde oluşturulmasını sağlar. Bu sayede mükemmel bir ısı transferi sağlanır. Aynı zamanda, oluşan yağlama filminin çok iyi tutunması sağlanır. Bu sırada, kopça malzemesinin aşınma önleyici unsurları malzemenin doğal aşınmasını geciktirir, böylelikle uzun kullanım ömrüne ulaşır. Bu kopça kaplaması, elyaf yağlama filmi oluşması için neredeyse hiç elyaf vermeyen veya çok az elyaf veren pamuk ve pamuk benzeri elyaf malzemenin eğrilmesinde avantajlar sağlar. Özellikle yüksek ve çok yüksek iğ hızlarında, kompakt ipliklerde ve yüksek bükümlü, ince ve süper ince ipliklerde son derece iyi sonuçlar alınabilir.
SuperSpeed 	Bu kopça ek olarak, özel geliştirilmiş nikel kaplamasıyla galvanik olarak ıslah edilir. Bu tabaka en düşük pürüzlük değerleriyle öne çıkar ve son derece koruyucu bir iplik geçişini garanti eder. İplik geçiş direnci uygun tel profilinde daima sabit kalır ve bu sayede sabit iplik kalitesini garanti eder. Bu özel nikel kaplama aynı zamanda aşınmaya dayanıklıdır ve kaplamasız kopçalara kıyasla yüksek hızlarda daha uzun kullanım ömrü sağlar.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

Çizelge 3.5. Kopça Kaplama Tipleri ve Detayları - 4 (Reiners + Fürst, 2019)

Kaplama İsmi / Resim	Teknik Açıklamalar
Vector 	Aşırı koşullarda kopçanın zorlu çalışma özelliklerini garanti eden teflon katkılı özel bir kaplamaya sahiptir. Yağlama filminin oluşması dış etkiler nedeniyle kısa süreliğine kesildiğinde, bilezik bu destek kaplaması sayesinde gerekli oranda yağlama maddesi almaya devam eder. Bunun sonucunda yalnızca iplik kopuşları önlenmez, aynı zamanda bilezik yüzeyi de zarar görmez. Vector kaplamasının düşük sürtünme değeri sayesinde, normal iplik eğirme koşullarında çok daha uzun kopça ömrü elde edilir. Tüm materyallerin işlenmesi için uygundur. Uygulama türüne göre, ister işlenmesi zor materyaller için olsun isterse de uzun kullanım ömrü için, orta kalınlıktaki Ne 20 ipliklerden, ince Ne 80 ipliklere kadar kullanılır.
DiaDur 	Bu kopçanın kaplaması, son derece korumalı bir iplik geçişi sağlayan çok iyi seviyede pürüzsüzlükle öne çıkar. Artırılmış yüzey sertliği sayesinde kopçaların uzun ömürlü olması sağlanır. Kopça rodajı tamamlandıktan sonra, yüksek hızlarda bile iplik parametrelerinin uzun süre sabit kalmasını sağlar ve iplik kopuşlarını en düşük düzeyde tutar. Bu kaplama, artırılmış yüzey sertliğine rağmen bilezik yüzeyine zarar vermez. Çok hassas ipliklerin eğrilmesi için özel olarak geliştirilmiştir.
CeraDur 	Kopçaya uzun ömür sağlayan bir kaplamadır. Bilezik ve kopça sistemi için optimize edilmiş, aşınma oranı son derece düşük bir yüzey elde etmek üzere üretilmiştir. Difüzyon yöntemi sayesinde kopçanın özellikleri büyük ölçüde iyileştirilmiştir. Bu yöntemle kopça 1.100 HV üzerinde olağanüstü bir yüzey sertliğine ve aynı zamanda en düşük sürtünme katsayısına ulaşır. CeraDur bilezik ve CeraDur kopça kombinasyonu, uygun eğirme koşullarında, iplikhanede mümkün olan en yüksek randımana ulaşılmaktadır. Pratikte 20 haftaya kadar kopça ömrüne ulaşabilmektedir. Bu kopça, orta kalınlıktaki Ne 20 ipliklerden ince Ne 80 ipliklere kadar olan aralıkta kullanılır.

Kopça kaplamasının enerji tüketimi nasıl etkilediğiyle ilgili olarak literatürde herhangi bir kaynağa rastlanmamıştır. Fakat bölüm 3.2.1.1.'de açıklanan detaylar ışığında; kopça kaplamasının, sürtünme katsayısını (μ) etkileyeceği ve bununla F_H ve de F_F kuvvetlerini değiştirecek olmasından ötürü ana iğ motoru

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

üzerine binen yükte ve de enerji tüketiminde pozitif veya negatif olarak değişime sebep olacağı söylenebilir.

Bu çerçevede, bilezik ile kopça arasındaki sürtünmeyi kopça ömrü boyunca düşük tutabilen kopça kaplamalarının enerji tüketiminde tasarruf sağlayacağı nettir. Fakat genelde kopça kaplama sertliklerinin bilezik ömrünü uzun tutmak adına bilezikten daha yumuşak seçilme ihtiyacı bu konun önündeki en büyük engeldir. Bilezikle aynı sertliğe sahip kopçalar ve kaplamaları bir süre sonra bilezik üzerinde aşınmalara yol açacağından dolayı enerji tüketiminde bir süre sonra (birçok faktöre bağlı olarak birkaç aydan birkaç yıla kadar süre) artış gözlemlenebilir.

3.2.1.2. Bilezik Çapı

Bilezik çapı, ring makinesi üzerindeki birçok ekipmanın özelliklerine göre değişmesi ve bu özellikleri de değiştirmesi (bağlı olması) açısından enerji tüketimini çok yönlü olarak etkilemektedir. Birkaç örnek verilecek olunursa;

- Bilezik çapının artmasıyla masura boyu ve iğ boyu da artmaktadır. Artan masura boyu ve iğ boyu ilgili ekipmanların ağırlığını artıracığı için iğ tahrik motorunun yükünü artıracak ve enerji tüketimi de artacaktır. Bunun tam tersi durumda da enerji tüketim azalacaktır.
- Öte yandan artan çapla birlikte masura üzerine sarılan iplik miktarı artacak, artan ağırlıkla beraber enerji tüketimi de yükselecektir. Kops ağırlığındaki %10'luk bir düşüş, ring makinesinin enerji yükünü %10 azaltmaktadır (Kumar, 2015).
- Konuya iplik balonu açısından bakıldığında; küçük çaplı bileziklerin ve kısa masuraların, azalan hava direnci nedeniyle balon stabilitesinin iyileşmesini sağladığı, böylece yüksek iğ devirlerinde ve küçük balon koşullarında hafif kopçaların kullanılması mümkün kıldığı

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

bilinmektedir (Gemci, Bıçkı, 2003). Daha hafif kopçaların kullanımıyla enerji tüketimi de azalmaktadır.

- Aynı zamanda bilezik çapına göre, kopça tipinin değişimi, balon gerginliğindeki değişimler ve buna bağlı hava sürtünmesi vs. gibi etkenlere göre de enerji tüketiminde değişimler meydana gelmektedir.

İplik tesislerinde bilezik çapları genelde üretimi yapılacak iplik numarasına ve iplik tipine göre seçilmektedir. Seçim esnasında ayrıca ring makinesinin daha yüksek iğ devirlerine, yani yüksek üretime ulaşabilmesini sağlayabilmek adına imkanlar dahilinde seçilebilecek en küçük bilezik çapları tercih edilmektedir. Piyasada ticari olarak 36 mm ile 54 mm arasındaki bilezik çapları kullanılmaktadır. Bununla birlikte makine ve bilezik sağlayıcı firmalar, daha yüksek üretimlere ulaşabilmek adına daha küçük çaplı bileziklerle ilgili çalışmalarını sürdürmektedir.

3.2.1.3. İğ Tipi

İğ tipinin 3 temel özelliğinin enerji tüketimi üzerinde etkisi vardır. Bu özellikler;

- İğ ölçüleri ve ağırlığı,
- İğ boyun çapı,
- İğ yataklama şekli olarak sıralanabilir.

İğ ölçüsünün ne olacağı makine üreticisi tarafından, kullanıcının üretmeyi planladığı iplik numarasına ve tipine göre seçilecek bilezik çapıyla birlikte kararlaştırılır. Daha kalın iplik numaralarında daha geniş çaplı bilezikler ve buna bağlı daha uzun ve de alt çapı daha geniş yani daha ağır olan iğler kullanılır. İğ uzunluğu ve alt çapı arttıkça iğ daha da ağırlaşmakta ve buna istinaden iği tahrik eden

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

motor üzerine binen yük artmaktadır. Bundan dolayı enerji tüketiminde de artış meydana gelmektedir.

Enerji tasarrufu, hafif iğ kullanılarak elde edilebilir. Daha hafif (320 ila 265 g) olan ve daha düşük iğ boyun çapına (25 / 22,5- 18,8 mm) sahip iğler %10 daha az enerji tüketirler. Hindistan'daki bir iplik tesisinde konvansiyonel iğlerin daha hafif iğlerle değişimiyle bir ring makinesinde yılda ortalama olarak 23 megavat-saatlik enerji tasarrufu sağlanmıştır (Kumar, 2015, Hasanbeigi, 2010)

Bölüm 3.1.3.'de bahsedildiği üzere; iğ boynu, iğın alt kısmında bulunan ve iğ tahrik kayışının temas ettiği kısımdır. Bu kısmın çapı enerji tüketimiyle doğru orantılı olarak değişmektedir. Değişim miktarı, kayış tahrik sisteminin tipine göre değişkenlik arz etse de her tahrik sisteminde iğ boyun çapına göre enerji tüketimi doğru orantılı olarak değişmeye devam etmektedir. Yani iğ boyun çapı azaldıkça, enerji tüketimi de azalmaktadır.

Çizelge 3.6.'da yer verildiği üzere; 20,2 mm boyun çapına sahip iğ yerine, 18,5 mm boyun çapına sahip iğ kullanılmasıyla birlikte %7,1'e kadar enerjide tasarruf elde edilebilir (Khurshid, Asad, Khan, Chaudhry, Ammanullah, 2012).

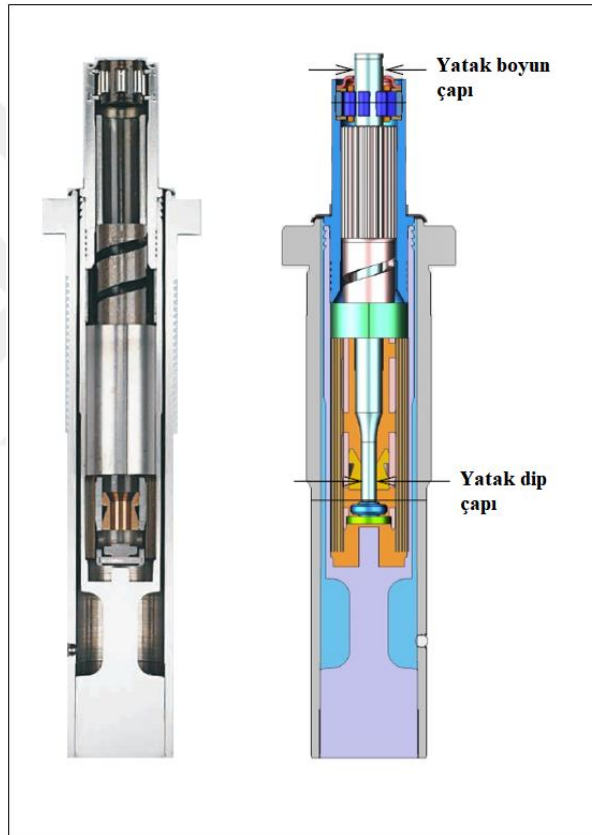
Çizelge 3.6. İğ Boyun Çapının Enerji Tüketimine Etkisi (Khurshid, Asad, Khan, Chaudhry, Ammanullah, 2012)

Tanım	Enerji Tasarruf Hesabı
Enerji Tüketimi (kW) 20,2 mm boyun çapına sahip iğ	46,00 kW
Enerji Tüketimi (kW) 18,5 mm boyun çapına sahip iğ	42,70 kW
Tasarruf (kW)	3,30 kW
Tasarruf (%)	7,17%

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

İğ yataklama şekli de enerji tüketimini etkileyen önemli faktörlerdendir. İğ yataklamasında enerji tüketimi açısından boyun yatak çapı ve dip yatak çapı (Şekil 3.30.) belirleyicidir. Yatak dip çapının 4,5 mm'den 3 mm'ye düşürülmesiyle enerji tasarrufu elde edilir. Ayrıca yatak boyun çapı da günümüzde 7,8 mm'den 5,8 mm'ye daralmış ve ciddi bir enerji tasarrufu temin edilmiştir (Novibra, 2020).



Şekil 3.30. İğ Boyun Yatak Çapı ve Dip Yatak Çapı (Novibra, 2020)

Dünyadaki önemli iğ üretici firmalarından birisinin iğ tipleri; boyun çapı, boyun yatak çapı ve dip yatak çaplarına göre kendi arasında sınıflandırılmaktadır. Detaylar Çizelge 3.7.'de gösterilmektedir.

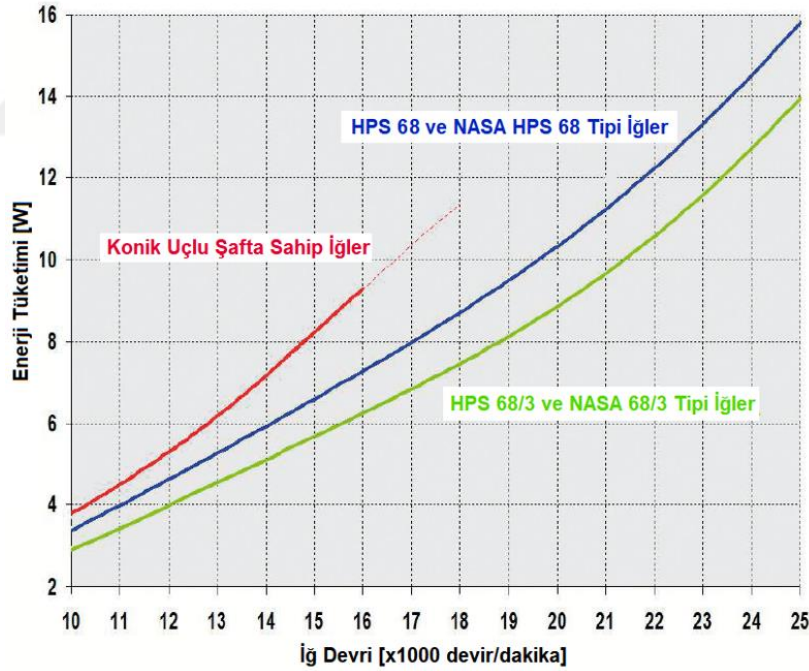
3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

Çizelge 3.7. Yatak Boyun ve Yatak Dip Çaplarına Göre İğ Tipleri (Novibra, 2020)

Novibra İğ Tipleri	Sönümlleme Elemanı (Tek/Çift)	Maksimum İğ Devri (devir/dakika)	Boyun Çapı (mm)	Yatak Dip Çapı (mm)	Yatak Boyun Çapı (mm)
HPS 68	Tek	20000	18.5	4.5	6.8
HPS 68 NASA	Çift	30000	18.5	4.5	6.8
HPS 68/3	Tek	20000	18.5	3.0	6.8
HPS 68/3 NASA	Çift	30000	18.5	3.0	6.8
LENA	Çift	30000	17.5	3.0	5.8

Şekil 3.31.'deki grafikten de görülebileceği üzere; yatak dip çapı 4,5 mm olan HPS 68 ve NASA HPS 68 tipi iğler, yatak dip çapı 3,0 mm olan HPS 68/3 ve NASA HPS 68/3 iğlere göre, düşük devirlerde %8-10 daha fazla enerji tüketirken, yüksek devirlerde bu fark %15'in üzerine çıkmaktadır.

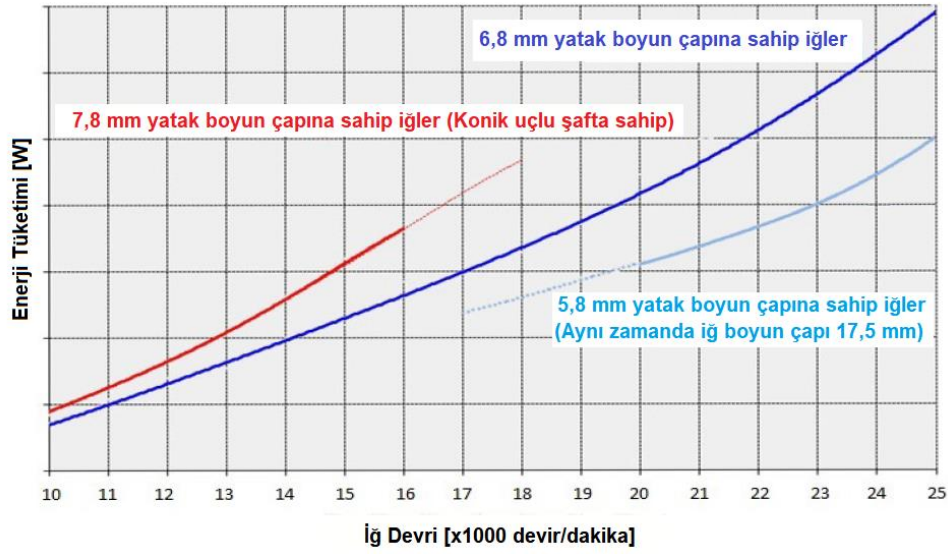


Şekil 3.31. Yatak Dip Çaplarına Göre Enerji Tüketimi (Novibra, 2020)

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

Yatak dip çapının daralmasıyla oluşan enerji tasarrufu etkisinin bir benzeri yatak boyun çapının daralmasıyla da gözlemlenmektedir. Şekil 3.32.'den görüleceği gibi; daralan çapla birlikte enerji tüketiminde azalma söz konusu olmaktadır.



Şekil 3.32. Yatak Boyun Çaplarına Göre Enerji Tüketimi (Novibra, 2020)

İğ boyun çapının enerji tüketimine etkisinin tespit edilebilmesi için, 2018 yılında Sandheep tarafından işletme şartlarda bir çalışma yapılmıştır. Çalışmayla ilgili veriler ve sonuçlar Çizelge 3.8.'de gösterilmektedir.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

Çizelge 3.8. İğ Boyun Çapına Göre Enerji Tüketimi (Shandheep, 2018)

Veriler	Durum 1	Durum 2
İğ boyun çapı	20,2 mm	17,5 mm
Makine numarası	21	21
İğ sayısı	1008	1008
Bilezik çapı	38 mm	38 mm
Masura boyu	210 mm	210 mm
İplik numarası	Ne 32	Ne 32
Büküm	532 T/m	532 T/m
Maksimum iğ devri	17900 d/dak	17900 d/dak
Ortalama iğ devri	17054 d/dak	17054 d/dak
1 Takımda sarılan iplik	3142 m	3142 m
1 Takımdaki net üretim miktarı	58,874 kg	58,53 kg
Telef miktarı	1,33 kg	1,6 kg
1 Takımdaki brüt üretim miktarı	60,204 kg	60,13 kg
1 Takımdaki enerji tüketimi	78,8 kW	70,9 kW
1 kg iplik için tüketilen enerji	1,309 kWh/kg	1,179 kWh/kg

Çalışma sonucunda; 20,2 mm boyun çapına sahip iğ 17,5 mm boyun çapına sahip iğ ile değiştirildiğinde aynı makinede, aynı iplik tipi ve parametrelerinde 1 kg iplik üretimi için gerekli enerji tüketiminin %10 civarında azalarak 1,309 kWh/kg'dan 1,179 kWh/kg'a düştüğü görülmüştür (Shandheep, 2018).

Buradaki %10'luk enerji tasarrufu sadece iğ boyun çapının azalmasından kaynaklanmamakta, aynı zamanda 3 mm'ye düşen yatak dip çapının ve de 5,8 mm'ye düşen yatak boyun çapının etkisi de bulunmaktadır.

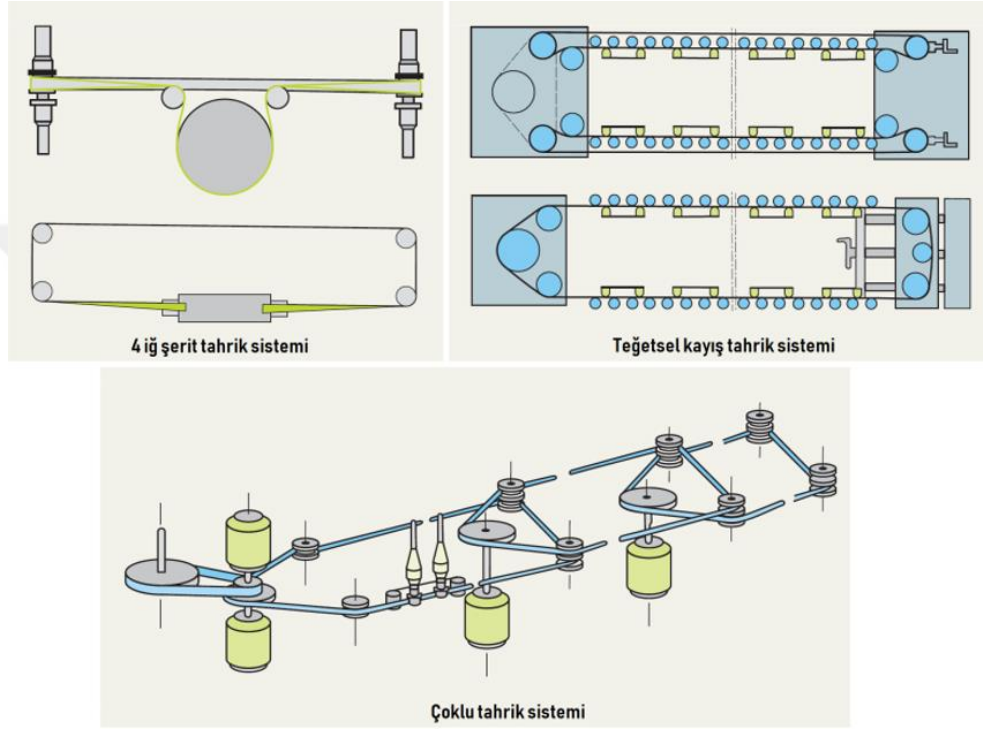
3.2.1.4. İğ Tahrik Sistemi Tipi

Güncel ring eğirme makine modellerinde temelde 2 ana tahrik sistemi kullanılmaktadır. Bunlardan ilki; dört iğli grupların bir kasnaktan aldığı tahrik sistemleri, diğeri ise teğetsel (tanjensiyal) kayış tahrikli sistemlerdir. Her iki

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

sistemde de tak bir motordan tahrik verilebildiği gibi birden fazla motordan da tahrik sağlanabilir.



Şekil 3.33. İğ Tahrik Sistemleri (Klein, Stalder, 2014)

Bu iki tahrik sisteminin dışında bireysel iğ tahrikinin yapıldığı sistemlerde vardır ki; direk motor tahrik sistemi olarak adlandırılan bu sistem, Avrupalı bir üretici tarafından deneysel bazda tanıtılmıştır (Klein, Stalder, 2014).

Dört iğ kayış tahrik mekanizmasında makinanın bir tarafında bulunan iki iğ ve diğer tarafında bulunan başka iki iğ bir kayış tahrik eder. Bir taraftan diğer tarafa geçerken kayış bir tahrik silindirinden veya tahrik makarasının etrafından geçer. 2 gerdirme makarası sayesinde kayışta iyi ve düzgün bir gerginlik sağlanır (Klein, Stalder, 2014).

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

Teğetsel kayış tahrik mekanizmasında bir kayış iğlerin tam arkasından geçer. Çok sayıda baskı silindiri kayışın iğlere bastırılmasını sağlar. Üç temel form söz konusudur: tek kayış, ikili kayış ve çoklu kayış. Tekli kayış sisteminde sonsuz bir kayış iğleri her iki tarafından döndürür. İkili kayış sisteminde ise iki kayış vardır. Kayışlardan biri iğleri bir taraftan ve diğer kayış da iğleri diğer taraftan döndürür. İkili kayış sistemiyle daha düzenli iğ hızları sağlanır. Tekli kayış sisteminde özellikle uzun makinalarda kayıştaki gerginliğin sürekli değişmesi sebebiyle iğ hızında varyasyon olabilir. Tekli ya da ikili kayış sistemleri yerine günümüzde çoklu tahrik sistemi kullanılmaktadır. Bu sistemde makinenin her bir tarafında bir teğetsel kayış 50 iği döndürür, örneğin, 1000 iğli makina için senkronize çalışan 10 motorlu 10 adet çoklu tahrik mekanizmasına gerek vardır. Hız senkronizasyonu mutlaka sağlanmalıdır. Bir başka çoklu tahrik sisteminde ise sadece bir tane teğetsel kayış kullanılmaktadır. Ancak bu kayış senkronize çalışan birden fazla motor tarafından çalıştırılmaktadır (Klein, Stalder, 2014).

Teğetsel kayış tahriki ortaya çıkana kadar dört iğ kayış tahriki onlarca yıldır kullanılmıştır. Teğetsel kayış tahrikinin ortaya çıkmasından sonra ilgili sistemi kullanıcılar test etmiş ve sonrasında dört iğ kayış tahrikine bir geri dönüş eğilimi oluşmuştur. Dört iğ tahrik sisteminin iğ boyunlarında daha geniş bir sarım, kavrama açısı sunmasından dolayı daha az kayış kaymaları oluşmakta ve iğ sayısından bağımsız olarak makinenin toplam uzunluğu boyunca iğlere sabit dönüş hızları sağlanabilmektedir. Ayrıca bir kayışın kopmasından sadece ilgili dört iğ etkilenmekte ve makinenin geri kalan kısmı üretim yapmaya devam etmektedir. Daha da önemlisi kayışta daha az gerginliğe ihtiyaç duyulduğundan dolayı daha düşük enerji tüketimlerine ihtiyaç duyulur (Lawrence, 2010).

Teğetsel kayış tahrik metoduyla kıyaslandığında dört iğ kayış tahriki yaklaşık %10 daha düşük enerji tüketimine sahiptir (Rieter, 2008).

3.2.1.5. İğ Yağı Tipi

İğ yatağının yağ dolumunun yapılması ve sonrasında düzenli aralıklarla yağ değişiminin gerçekleştirilmesi, iğın istenen yüksek performans şartlarında çalışması için gerekli en önemli bakım işlemidir.

İğ yağı seçimi yapılırken yağın servis ömrü, sıcaklık artışı, termal stabilitesi, viskozitesi, metal uyumluluğu, çamurlaşma eğilimi ve sürtünme önleyici özellikleri gibi önemli karakteristikleri göz önüne alınmalı ve iğ üreticisinin tavsiyeleri doğrultusunda iğ yağı seçimi yapılmalıdır. Bununla birlikte yağ tipi seçiminin enerji tüketimini etkilediği ve doğru seçimlerle enerji tasarrufu yapılabileceği de göz ardı edilmemelidir.

Seyreltici katkı maddeleriyle karıştırılıp kullanılan mineral bazlı iğ yağları, konvansiyonel yağlarla kıyaslandığında %3'e kadar enerji tasarrufu elde edilebilmektedir. Elde edilen tasarruf miktarı makinanın durumuna ve işletme şartlarına göre değişmektedir. Bununla birlikte sentetik bazlı iğ yağları (enerji tasarruflu sınıf) metale bağdaşabilen katkı maddeleri sayesinde viskoziteye bağlı olarak %5-7 aralığında enerji tasarrufu sağlayabilmektedir. Enerji tasarruf potansiyeli taşıyan yağlar 2 yönden değerlendirilebilir;

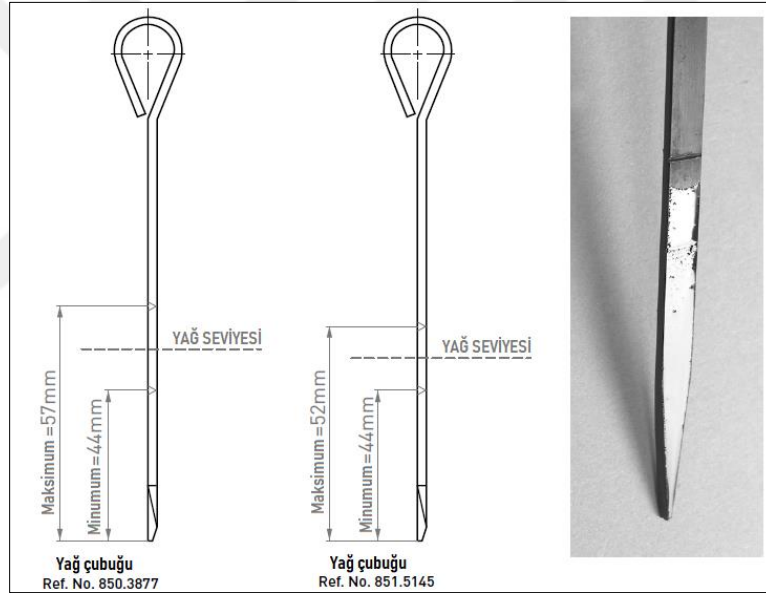
1. Enerji tüketimindeki düşüş,
2. Ortam şartlarından artan iğ yatağı sıcaklığının ne kadar düşürebildiği.

Bu nokta yine enerji tüketimi açısından önem arz etmektedir. Enerji tasarruflu yağlar daha düşük sıcaklık artışları sayesinde enerji tasarrufu sağlayabilmektedir (Hasanbeigi, 2010).

Yani sonuç olarak; verimli iğ yağlarının kullanımıyla ring makinesinde %3-7 arasında enerji tasarrufu sağlanabilir (CITEVE, 2014).

3.2.1.6. İğ Yağı Dolum Miktarı

İğ yatağındaki yağ miktarı, iğ sağlayıcıları tarafından, yüksek devirli iğler (17000-25000 d/dak) için yaklaşık 4 – 5,8 cm³ olarak, düşük devirli iğler için (16000 d/dak ve altı) 4,5 – 7,2 cm³ olarak öngörülmektedir. Ayrıca gösterge niteliğindeki bu verilere ilave olarak, yağ çubuğuyla iğ yatağındaki yağ seviyesinin en düşük ve en yüksek seviyelerin arasında olması gerekliliğinin kontrolü tavsiye edilmektedir (Novibra, 2012). Yağ seviyesinin ölçümü ve seviyenin nerede olması gerektiğiyle ilgili bazı ilave detaylar Şekil 3.34.'de gösterilmektedir.



Şekil 3.34. İğ Yatağındaki Yağ Seviyesinin Ölçümü (Novibra, 2012)

Normalde iğ yatağının %75'i yağ ile doldurulur. Genelde tesislerde iğ yatağındaki yağın seviyesinin tespiti için kullanılan metot; iğ, yatağından çıkarılırken iğ bıçağının üzerindeki yağlamanın gözle tespiti şeklindedir. Bu metot kesin doğrulukta fikir vermemekte ve hataya sebep olabilmektedir. Bu açıdan en doğru yöntem; yukarıda izah edildiği üzere yağ seviyesinin yağ çubuğu ile kontrolüdür. Ayrıca birçok tesiste genel yaklaşım en yüksek seviyeye kadar yağ

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

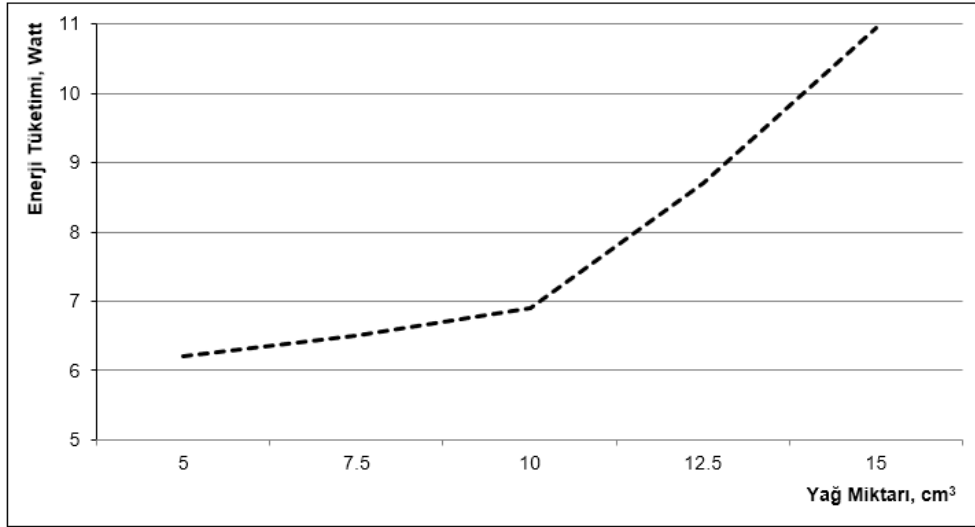
Erman COŞKUN

dolumu yapılmasıdır. Bu gereksiz yağ kullanımına sebebiyet verdiği gibi aynı zamanda daha yüksek enerji tüketimine yol açmaktadır (Hasanbeigi, 2010).

Enerji tüketimi, yağın oluşturduğu dirençten dolayı iğ yatağındaki yağ seviyesi arttıkça artmaktadır. Yağın iğ yatağına fazla basılıp, taşmasıyla birlikte oluşan artık yağlarda enerji tüketimini artırmaktadır. Bundan dolayı yağ seviyesi iğde $4,5 \text{ cm}^3$ civarında olmalıdır (Bilagi, 2018).

İğ yağı dolum miktarının enerji tüketimine etkisi deneysel olarak Hosny Ali Soliman tarafından incelenmiş ve sonuçlar 1963 tarihli doktora tezinde ortaya konulmuştur.

O dönemde kullanılan iğler için doğru yağ miktarı olan 10 cm^3 'ün üzerindeki yağ miktarı seviyelerinde iğ başı enerji tüketimin ciddi seviyelerde arttığı ölçümlerle ortaya konulmuştur. İlgili ölçüm sonuçları Şekil 3.35.'de verilmektedir.



Şekil 3.35. İğ Yatağındaki Yağ Seviyesinin Ölçümü (Soliman, 1963)

Bu çalışma iğlerin üzeri tamamen boş iken ve herhangi bir üretim yapılmazken 11070 d/dakda gerçekleştirilmiş ve sadece iğlerin enerji tüketimi ölçümlendirilmiştir. Yapılan analizde; doğru yağ dolum miktarı olan 10 cm^3 'e kadar

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

iğ için tüketilen enerji miktarının hafifçe arttığı, fakat bu seviyenin geçilmesiyle birlikte enerji tüketim artışının yüksek seviyelerde devam ettiği görülmüştür. Yağ miktarının 10 cm³'den, 15 cm³'e %50 seviyesinde artışıyla birlikte enerji tüketiminin %70'in üzerinde arttığı gözlemlenmiştir. Bu artışın ana sebebinin iğ yağının, yatağın üst kısmına kadar ulaşması ve iğ bıçağının dönüş hareketiyle oluşan girdap kuvvetinin iğ bu kısmını etkilemesidir. Bir süre sonra fazla yağın büyük bir kısmı taşarak dışarıya atılacaktır ve enerji tüketimi yeniden düşecek, fakat halen bir miktar daha fazla enerji tüketimine sebep olmaya devam edecektir (Soliman, 1963).

3.2.1.7. İğ Devri

İğ devri, bükümle birlikte ring makinesinin üretim miktarını belirleyen en önemli iki unsurdan birisidir. Bundan dolayı iplik üreticileri limitlerin (kopça hızı, iplik kalitesi, kopuş miktarı vs.) el verdiği en yüksek iğ devirlerini çalışma eğilimindedirler.

İğ devri, temelde iğ tahriki için tüketilen enerji miktarıyla alakalıdır. İğ tahriki için tüketilen enerji ise, iğ yatağındaki sürtünmenin ve de iğ hava ile temasta olan üst kısmındaki hava sürtünmesinin yenilmesi için gerekli enerji miktarıdır. Bu enerjiyi etkileyen birçok faktör olup, iğ devri aralarında çok önemli bir yer tutmaktadır.

Soliman, yapmış olduğu çalışmalarda, eğirme enerjisini (N_{st}) aşağıdaki formül ile ortaya koymuştur.

$$N_{st} = 4,25.z.G^{0,87}.Dr^{1,7}.n^{2,4}.10^{-8} \quad (3.9)$$

Tüketilen enerjiyi kW olarak ortaya koyan bu formülde z; iğ sayısını, G; mg cinsinden kopça ağırlığını, Dr; cm olarak bilezik çapını ve n; d/dak cinsinden iğ devrini göstermektedir.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

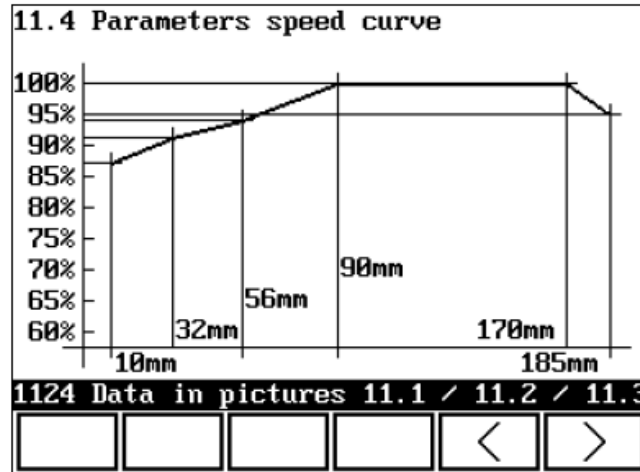
Bu formülden de görüldüğü üzere; iğ devri eğirme enerjisini üstel 2,4 olarak değiştirmektedir.

Soliman'ın ring makinesinde toplam enerjiyi hesaplarken ortaya koyduğu, eğirme enerjisi dışındaki 2 enerji formülü olan bobinleme enerjisi ve ikincil & yardımcı güçler enerjisinde, iğ devrinin önemi yine ortaya çıkmıştır. Bobinleme enerjisinde iğ devri ilgili tüketimi üstel 1,4 olarak değiştirirken, ikincil ve yardımcı güçler enerjisinde tüketimi üstel 3,1 olarak değiştirmektedir. Bu formüller 6. Bölümde verilmektedir.

3.2.1.8. İğ Hız Eğrisi

Her ne kadar makine ekranına kullanıcı tarafından bir iğ devri (maksimum iğ devri) girilse de kops dolumu boyunca makine bu iğ devrinde çalışmamaktadır. Boş kops dolu forma gelene kadar iğ devri değişkenlik göstermektedir. Bu değişkenlik iğ hız eğrisi ile tanımlanmaktadır. Yani kops formu boyunca hangi noktalarda hangi hızlara çıkılacağı iğ hız eğrisi ile belirlenmektedir.

Ring makine ekranından alınan örnek bir iğ hız eğrisi Şekil 3.36.'da gösterilmektedir.



Şekil 3.36. Örnek İğ Hız Eğrisi (Anonymous)

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

İlgili eğriden de görüleceği üzere; makine girilen iğ devrinin %100'üne belirli bir aralıkta ulaşmaktadır. Bir başka deyişle kopsun başlangıcında (takım başı) girilen iğ devrinin biraz altında başlanmakta, sonra tam hıza ulaşmakta ve kops dolumunun sonuna (takım sonu) yaklaşıldığında iğ devrinde küçük bir düşüş yapılmaktadır.

İğ hız eğrisi, makine ekranından seçilen ve ayrı kops pozisyonlarında iğ devrinin girilen iğ devrine göre nerede olacağını göstermektedir. Söz konusu eğri, çalışan iplik tipine, kopuş miktarlarına vb. gibi birçok etkene göre düzenlenebilmektedir. Bu düzenlemeye göre gerçekte çalışılan ortalama iğ devri, girilen maksimum iğ devrine göre biraz daha düşük olmaktadır. Ölçüm ve analiz yapmış olduğumuz tesislerde, ortalama iğ devrinin, maksimum iğ devrine göre %1 ile %5 arasında düşük olduğu görülmüştür.

İğ hız eğrisi, ortalama iğ devrini belirlediği için, bir önceki bölümde iğ devriyle ilgili anlatılan enerji tüketim kalemlerini d olarak etkilemektedir. Ayrıca takım dolumu boyunca kops ağırlığının artmakta ve ring makinesinin artan ağırlıkla beraber enerji tüketiminin yükseldiği düşünüldüğünde iğ hız eğrisinin enerji tüketimine etkisinin önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Yani kopsun daha boş olduğu durumlarda olabildiğince hızlı bir şekilde maksimum iğ devrine çıkmak ve kopsun tam dolum pozisyonuna yaklaşmadan daha önce iğ devrini düşürmek enerji tasarrufuna büyük katkıda bulunacaktır. Şekil 3.37.'de verilen iğ hız eğrileri aynı ortalama devirlerde makinenin çalışmasını sağlayıp ve aynı üretim alınmasına olanak tanırken, B eğrisi enerji tüketimi konusunda A eğrisine göre tasarruf sağlamaktadır.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

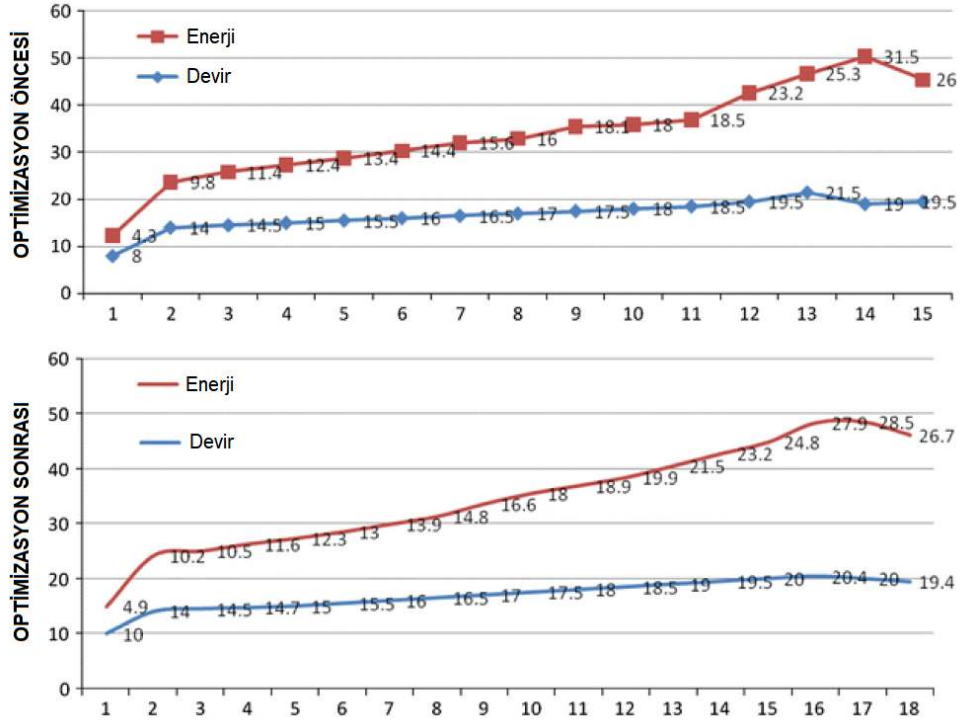


Şekil 3. 37. İğ Hız Eğrileri

Şekil 3.38.'de kops dolumu boyunca iğ devri ve enerji tüketimi gösterilmektedir. İğ hız eğrisinin optimizasyonun enerji tasarrufuna nasıl bir etkisi olduğunu göstermek adına optimizasyon öncesi ve sonrası durum ortaya konulmaktadır. Söz konusu grafiklerden de anlaşılacağı üzere; iyileştirilmiş iğ hız eğrisi sayesinde motor gücünün tepe yükü azaltılmış ve enerji tüketiminde iyileşme elde edilmiştir (Dhayaneswaren, Ashokkumar, 2013).

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN



Şekil 3.38. İğ Hız Eğrisi Optimizasyonu ve Enerji Tasarrufu (Dhayaneswaren, Ashokkumar, 2013)

3.2.1.9. İğ Kayışı

İğ kayışı, ana iğ motorundan ve tahrik ekipmanlarında alınan hareketi iğ aktaran son elemandır. Asli görevi, alınan tahriki hemen hemen hiç kayıpsız olarak iğ aktarmak olup, oluşabilecek kayıplardan kaynaklı olarak iplik bükümünde varyasyona ya da istenilen bükümlere ulaşamamasına sebep olabilir.

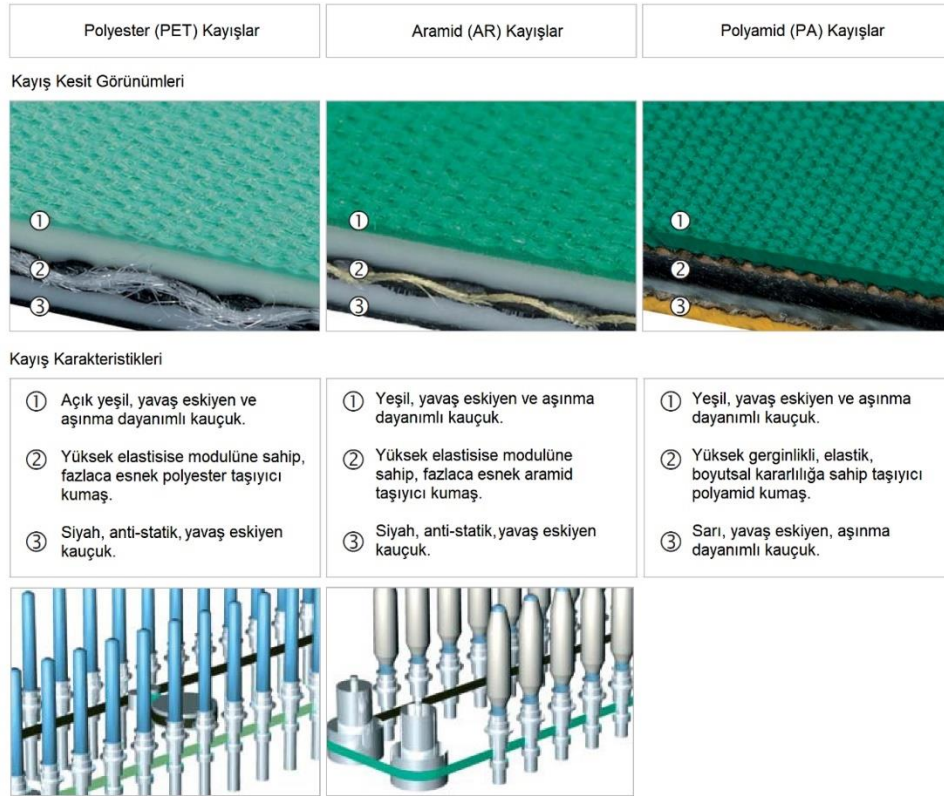
Sandviç formundaki (çok katmanlı) sentetik iğ kayışları polyamid, polyester, pamuk ipliği ve özel sentetik lastik karışımlarından yapılır. İğ kayışları, stabil olarak çalışabilen, iyi boyutsal kararlılığa sahip, kopmayan, elyaf yapışmasına sebep olmayan, yumuşak ve aynı zamanda esnek yapıya sahiptirler (Kumar, 2015).

Kompozit yapıdaki iğ kayışları, ring makinesinde kullanılan iğ tahrik sistemi tipine göre; yani teğetsel kayış veya dört iğ tahrik sistemlerinden hangisine sahip

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

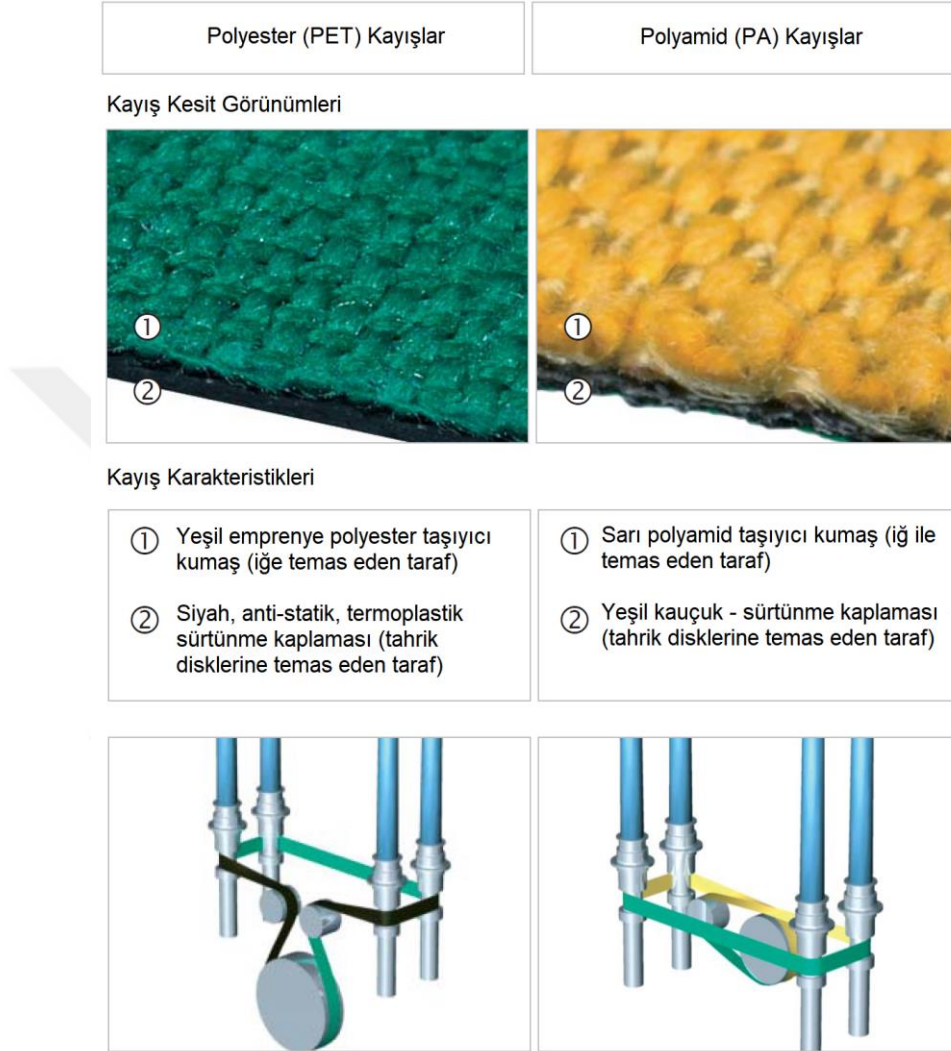
olduğuna göre farklılık göstermektedir. Aşağıda Şekil 3.39.'da teğetsel tahrik sistemlerinin kayışlarıyla ilgili detaylar gösterilirken, Şekil 3.40.'de de dört iğ tahrik sistemlerinde kullanılan kayışlar gösterilmektedir.



Şekil 3.39. Teğetsel İğ Tahrikinde Kullanılan Kayışlar (Habasit, 2006)

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN



Şekil 3.40. Dört İğ Tahrik Sistemlerinde Kullanılan Kayışlar (Habasit, 2006)

Enerji tüketimi bakımından iğ kayışının eni, et kalınlığı, içindeki taşıyıcı kumaşın dokuma yapısı, yapıldığı hammadde ve kaplama tipi önem arz etmektedir. İğ kayışının eni genişledikçe, et kalınlığı ve uzunluğu arttıkça enerji tüketiminde de artış meydana gelmektedir. Kayışın hızının artmasında enerji tüketimini artırmaktadır (Soliman, 1963).

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

İğ kayışının hareketi esnasında 2 ayrı kuvvetin üstesinden gelinmesi gerekmektedir. Bunlar hava direnci ve bükülme direncidir. Hava direncinin yenilmesi için kW cinsinden gerekli kuvveti, H.A. Soliman tarafından aşağıdaki şekilde formülleştirilmiştir.

$$N_1 = 9,8 \cdot C_1 \cdot A_t \cdot (p \cdot v^{2,88}) / 2 \cdot z / 4 \cdot 10^{-3} \quad (3.10)$$

Burada N_1 iğ kayışı hava direncinin yenilmesi için kW cinsinden gerekli enerji miktarıdır. C_1 kayış tipine göre sabit bir değeri gösterirken, A_t ise efektif yüzey alanını m^2 olarak göstermektedir.

$$A_t = 2 \cdot (\text{kayış eni} + \text{kalınlığı}) \cdot 0,9 \cdot \text{kayış uzunluğu} \quad (3.11)$$

p hava yoğunluğunu ($kg \cdot m^{-4} \cdot sec^{-2}$), v kayış hızını (metre/saniye), z ise iğ sayısını betimlemekte kullanılmıştır.

Bükülme direncinin yenilmesi için kW cinsinden gerekli kuvvet ise aşağıdaki şekilde formülleştirilmiştir.

$$N_2 = 9,8 \cdot C_2 \cdot W \cdot v \cdot z \cdot f^b \cdot [(t/D_1)^c + 1/4 \cdot (t/D_2)^c] \cdot 10^{-6} \quad (3.12)$$

Burada N_2 iğ kayışı bükülme direncinin yenilmesi için kW cinsinden gerekli enerji miktarıdır. C , b ve c kayış tipine göre sabit bir değeri gösterirken, W kayış genişliğini göstermektedir.

$$D_1 = \text{iğ boyun çapı (cm)} + \text{kayış et kalınlığı (cm)} \quad (3.13)$$

$$D_2 = \text{tansiyon disklerinin çapı (cm)} + \text{kayış et kalınlığı (cm)} \quad (3.14)$$

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

İğ kayışı karakteristiklerine bağlı olarak %5-10 arasında enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Ring makinesinde enerji tasarruflu kayışların kullanılmasıyla, her bir ring makinesi için enerji tüketiminde yıllık ortalama 4400 kWh'lık bir iyileşme sağlanabilir (Kumar, 2015).

Yukarıda sayılan faktörlerin dışında iğ kayışlarının temiz olması, yani iğ kayışları üzerinde ve temas ettiği noktalarda elyaf birikmelerinin ve kirlenmelerin önüne geçilmesine dikkat edilmesi, gerek ring makinesinin çalışma performansı ve büküm varyasyonu olmaması, gerekse de enerji tüketiminin artmaması açısından çok önemlidir. İğ kayışlarında kullanımla birlikte oluşacak aşınmalara dikkat edilmesi ve üreticinin tavsiye ettiği aralıklarda değişiminin yapılması önem arz etmektedir.

3.2.1.10. Masura Ağırlığı

Ring makinelerinde iplik, masura üzerine sarılmaktadır. Masuralar geçmişte kâğıt dahil birçok farklı malzemelerden üretilmiş olup, şu an daha ziyade yüksek performanslı plastiklerden ve kompozit malzemelerden üretilmektedir.



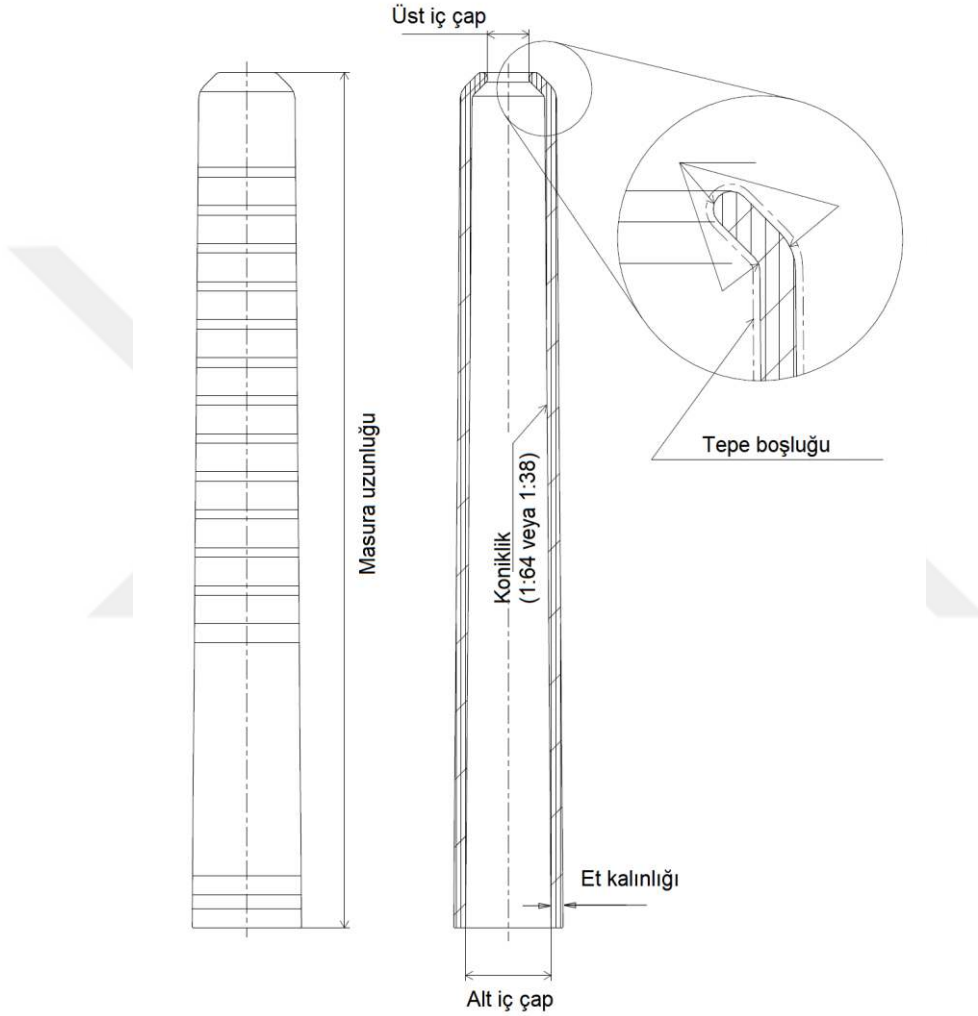
Şekil 3.41. Masura (Scaglia, 2018)

Masuraların yapıldıkları malzeme dışında ağırlıklarını boyutları, ölçüleri etkilemektedir. Masura uzunluğu, alt-üst iç çaplar, et kalınlığı, koniklik seviyesi gibi

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

ölçülerine göre birbirinden ayrılırlar. Şekil 3.42.'de masuranın boyutlarının esasları gösterilmektedir.



Şekil 3.42. Masura Ölçüleri (Rieter, 1999)

Masuralar, yüksek hızlarla dönen ve ring makinesinde en fazla enerji tüketimine sahip kısım olan iğler üzerinde çalışmaktadır. Bu bakımdan enerji tüketimine etkisi önemlidir. Masura boyutlarının ve ağırlıklarının artması iğ üzerine daha fazla yük binmesine sebep olur. Daha fazla yük, iğlerin dönmesinin sağlanması

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

için aşılması gereken kuvvet miktarını artırmakta, bu da enerji tüketiminin yükselmesine sebep olmaktadır. Bu açıdan masura üreticileri son yıllarda daha hafif masuralar üretmeye başlamışlardır. Masura boyu, iç çaplar ve koniklik seviyesi iş tipine göre değişkenlik gösterir ve seçilebilir. Masura üreticileri bu ölçülerden ziyade masuranın et kalınlığının inceltilmesi yoluyla masuraları daha hafif üretme yolunu seçmişlerdir. Masuraların et kalınlıklarının inceltmesiyle üzerlerine binen yüklere karşı dayanımlarının azalmasının önüne geçmek adına özel kompozit malzemeler kullanılmaya başlanmıştır.

Bu sayede; et kalınlığı 2,6 – 3,0 mm, ağırlığı 32-45 g masuralar yerine, 1,8 mm et kalınlığında, 22-29 g ağırlığında masuralar üretilmektedir. (www.agarwalpolyplast.com, 2020)

Hatta yüksek dayanımlı %100 karbon elyafından üretilmiş, 14 g ağırlığında masuralar üretilmiş, piyasada denenmeye başlanmış ve yakın zamanda yaygın olarak kullanılmaya başlanması beklenmektedir.



Şekil 3.43. Karbon Masuralar (Mantex, 2019)

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

Masuraların hafiflemesiyle birlikte enerji tüketimindeki tasarruf dikkate değerdir. 30-35 g ağırlığındaki masuralar yerine 28 g ağırlığındaki masuraların kullanılması sayesinde, yıllık ring makinesi başına ortalama 10,8 MWh/Yıl'lık enerji tasarrufu sağlanabilmektedir (Kumar, 2015).

3.2.1.11. Kops Üzerine Sarılan İplik Miktarı

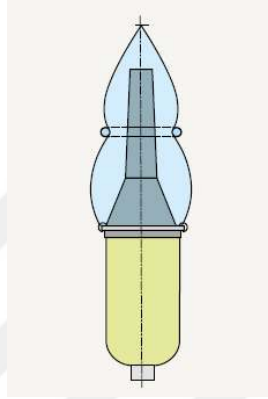
Ring iplikçiliğinde kops üzerine bilezik çapının müsaade ettiği maksimum miktarda iplik sarmak esastır. Böylelikle takım dolum süresi uzatılabilmekte ve daha az takım çıkarma işlemi gerçekleşmektedir. Takım çıkarma işlemi süresince ring makinesinde üretim durduğundan dolayı olabildiğince az takım çıkarma ve hızlı takım çıkarma işlemi iplik üreticisinin beklentisidir. Ayrıca takım dolum süresinin uzaması, yani kops üzerine sarılan iplik miktarının artması bobinleme makinesindeki iplik bağlama noktalarının sayısının azalmasına (daha kaliteli iplik üretimi) ve bağlama için gerekli hava ve enerji tüketiminden bobin makinesinde tasarruf sağlanmasına imkân tanımaktadır.

Öte yandan masura üzerine sarılan her gram fazla iplik, iğ ve dolayısıyla iğ tahrik motoru üzerine binen yükü artırmaktadır. Artan yükü birlikte enerji tüketiminde artış meydana gelmektedir. İğ tahrik motorunun ring makinesinin en fazla enerji tüketen kısmı olduğunu göz önüne aldığımızda bu kısımda oluşacak enerji tüketim artışlarının daha da önem arz edeceği söylenebilir.

Bu kapsamda her ne kadar da ring iplikçiliğinde kops üzerine maksimum iplik sarımı esas olsa da enerji tüketimin artışının kops üzerine sarılan iplik miktarıyla ne oranda arttığının net olarak ortaya konulması, olası iyileştirme çalışmalarına bir temel oluşturabilir.

3.2.1.12. İplik Tüylülüğü-Hava Direnci

Ring makinelerinde eğirme işleminde genellikle tek bir iplik balonu elde edilir. Bilezik, balon kırıcı ve domuz kuyruğu (iplik kılavuzu) arasında Şekil 3.44.'de görüldüğü gibi kontrollü bir balon oluşturulur.



Şekil 3.44. İplik Balonu (Klein, Stalder, 2014)

İğn dönüşüyle birlikte söz konusu balon bir taraftan dönerken diğer taraftan da kops üzerine sarılmaya devam eder. Bu dönüş esnasında iplik balonu ve kops üzerinde bir hava direnci oluşur.

Eğrilme ve sarım esnasında söz konusu hava direncinin üstesinden gelinmesi için iğn motoru belirli bir oranda enerji harcamaktadır. İlgili hava direncinin aşılması için gerekli enerji miktarı, iplik numarasından, iğn devrinden, kops çapından etkilendiği görülmüştür. İğn devrinin artmasıyla hava direncini yenmek için gerekli enerji azalırken, kops çapının artışı ve ipliğin kalınlaşmasıyla arttığı görülmüştür (Tang, Wang, Fraser, 2006).

Hava direncini artıran ve dolayısıyla enerji tüketimini artış yönünde etkileyen en önemli iplik özelliği iplik tüylülüğüdür. İplik üzerindeki tüy miktarı (adeti) ve tüy uzunluğunun artmasıyla enerji tüketiminin arttığı Çizelge 3.9.'da ortaya konulmuştur.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

Çizelge 3.9. İplik Tüylülüğünün Enerji Tüketimine Etkisi (Chang, Tang, Wang, 2003)

Tüy Miktarı	Tüy Uzunluğu (mm)	İğ Devri (d/dk)			
		7000	10000	13000	16000
		Enerji Tüketimi (W)			
16	50	1.15	3.41	9.86	24.00
16	60	1.45	5.40	13.91	30.86
16	70	2.69	7.77	20.41	41.51
16	80	5.00	13.34	28.38	55.00
14	80	1.45	8.53	21.32	46.35
12	80	0.99	4.61	14.90	33.65
10	80	0.60	2.74	9.39	25.51

Tüy miktarı sabit tutulup, tüy uzunluğunun 10 mm artmasıyla; 7000 d/dak da ortalama %66'lık bir enerji artışı görülürken, bu oran 16000 d/dak da ortalama %32'lere düşmüştür. Tüm devirlerdeki artışların ortalamasını aldığımızda ise, her 10 mm'lik tüy uzunluğuna karşı %50'lik enerji artışı olduğu söylenebilir.

Tüy uzunluğu sabit tutulup, tüy miktarının 2 artmasıyla; 7000 d/dak da ortalama %56'lık bir enerji artışı görülürken, bu oran 16000 d/dak da ortalama %35'lere düşmüştür. Tüm devirlerdeki artışların ortalamasını aldığımızda ise, her 2 adet tüy artışına karşı %55'lik enerji artışı olduğu görülmektedir.

3.2.2. Teknolojik Emiş Motoruyla İlgili Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler

Çalışma kapsamında yapılan enerji ölçümlerinde; konvansiyonel ring makinelerinde tüketilen toplam enerjinin %12-15'inin, kompakt ring makinelerinde ise %12-17'sinin teknolojik hava emişi için tüketildiği gözlemlenmiştir. Bu çerçevede; ring makinesinde ana tahrik olan iğ tahrikinden sonra en çok enerji tüketilen kısmın teknolojik emişi oluşturan fan motoru tahriki olduğu nettir. Bu

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

bakımdan teknolojik emişte yapılacak enerji optimizasyonları enerji tüketimi bakımından önem arz etmektedir.

Teknolojik emişle ilgili enerji tüketimini etkileyen bazı önemli alt değişkenler; emiş miktarı, emiş mesafesi, kompaktlama emiş sistemi, telef filtre temizliği ve kullanılan fanların ağırlığı alt başlıklarında incelenmektedir.

3.2.2.1. Emiş Miktarı

Güvenilebilir bir pnömofil telef emişi için görece yüksek miktarda vakum gerekmektedir. Bu, pamuk için yaklaşık olarak 600 - 800 Pascal ve sentetik elyaf için 1000 - 1200 Pascal civarlarında olmalıdır. Hava akış hızı genelde 5 ve 10 m³/s değerleri arasındadır. Pnömofil emişi için gereken enerji tüketimi önemlidir. Örneğin, daha yüksek vakum söz konusu olduğundan 10 m³/saat için gereken enerji 6 m³/saat için gereken enerjinin 4.5 katından fazladır (Klein, Stalder, 2008).

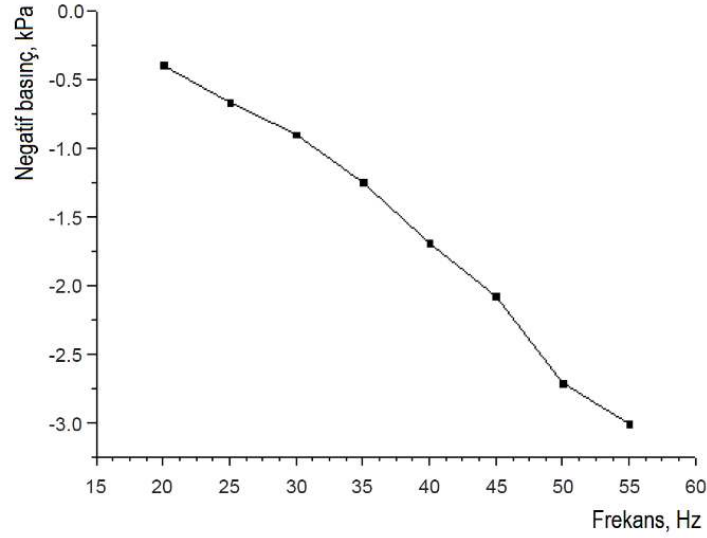
Kompaktlama emişi için ise, kompaktlama sistemine göre ihtiyaç duyulan negatif basınç 800 – 3000 Pascal arasında değişiklik gösterebilir. Negatif basıncın düşük tutulması ipliğin kompaktlama efektini değiştirip, iplik tüylülük değeri başta olmak üzere iplik kalite değerlerinde kötüleşmeye sebep olacaktır. Gerekenden yüksek tutulması ise enerji tüketimini artıracaktır.

Modern ring makinelerinde negatif hava basıncı, fan motorunu kontrol eden frekans değiştirici vasıtasıyla ayarlanır. Değiştiricinin frekans değeri Hertz (Hz) olarak belirtilir.

Frekans değeri ve negatif basınç arasındaki ilişki eğrisi fan motorunun gücüne göre değişiklik gösterir. Aşağıdaki şekilde 5,5 kW fan motoru için kompakt ring makinesinde (uzun elyaf için), frekans ile negatif basıncın arasındaki ilişki gösterilmektedir (Ma, Cheng, Yan, Xu, 2014).

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN



Şekil 3.45. Negatif Basınç ve Frekans İlişkisi (Ma, Cheng, Yan, Xu, 2014)

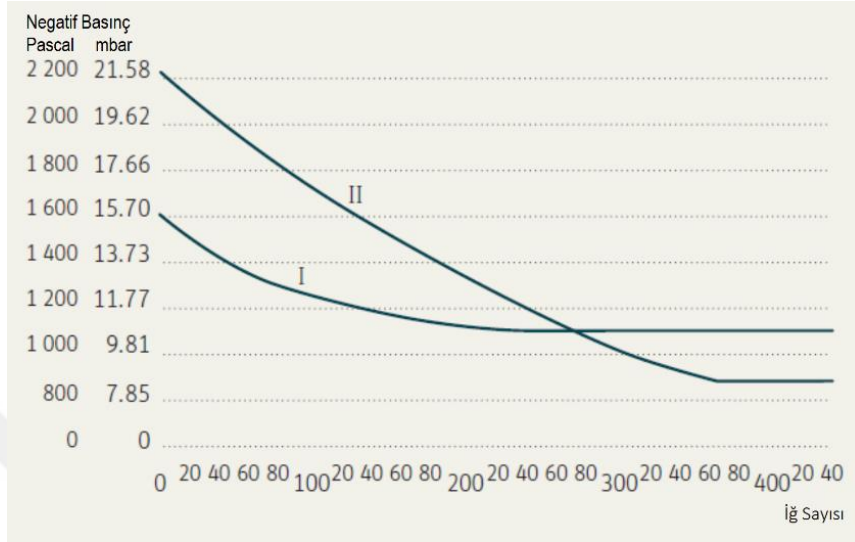
Tez çalışması kapsamında yapmış olduğumuz enerji ölçümlerinde; frekansın artmasıyla da teknolojik emiş için tüketilen enerjinin %50'lere kadar arttığı, 1 kg ipliğin üretimi için gerek duyulan toplam enerji tüketimi artışının %7'lere varabileceği sonucu çıkarılmıştır.

3.2.2.2. Emiş Mesafesi

En uzak son iğ ile fan arasında vakumda önemli miktarda düşüş olmaktadır. Makinelerin iğ sayısı arttıkça negatif basınçta da daha fazla düşüş gerçekleşmektedir. Aşağıdaki şekilde söz konusu durum gösterilmektedir (Klein, Stalder, 2008).

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN



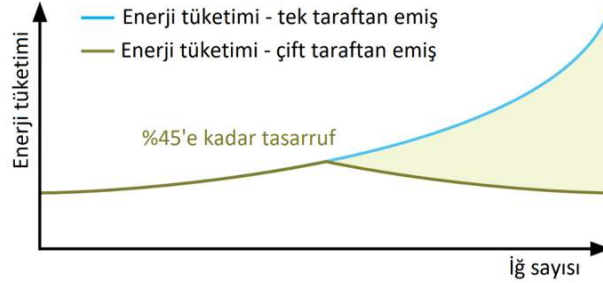
Şekil 3.46. Pnömotif Emiş Sisteminde Basınç Düşüşü. N – iğ sayısı, I – kısa makine II – uzun makine (Klein, Stalder, 2008)

Fan ile fana en uzak iğ arasındaki vakum düşüşü esas alınarak gerek pnömotif gerekse de kompaktlama emişi için ihtiyaç duyulan negatif basınç miktarına en uzak iğde bile ulaşabilmek adına fan motoru daha yüksek frekanslarda çalıştırılır. Yüksek frekans değerli ise yüksek enerji tüketimi anlamına gelir. Enerji tüketimlerini düşük tutabilmek adına makine üreticileri, iğ sayısı arttıkça ring makinesinin tek tarafından yapılan emişi, makinanın çift tarafından (hem ayak hem kafa kısmından) yapmaktadırlar.

Çift taraflı emiş sayesinde aynı miktardaki hava hacmi ve negatif basınç miktarı daha düşük enerji ile taşınabilmektedir. Geniş kanal kesiti ve düşük hava hızı hava sürtünmesini azaltmaktadır. Bu enerji gereksinimine pozitif olarak etki göstermekte ve eğirme prosesinin enerji maliyetlerini düşürmektedir (Rieter, 2020).

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN



Şekil 3.47. Tek ve Çift Taraflı Teknolojik Emişin Konvansiyonel Ring Makinesindeki Enerji Farkı (Rieter, 2020)

3.2.2.3. Kompaktlama Emiş Sisteminin Tipi

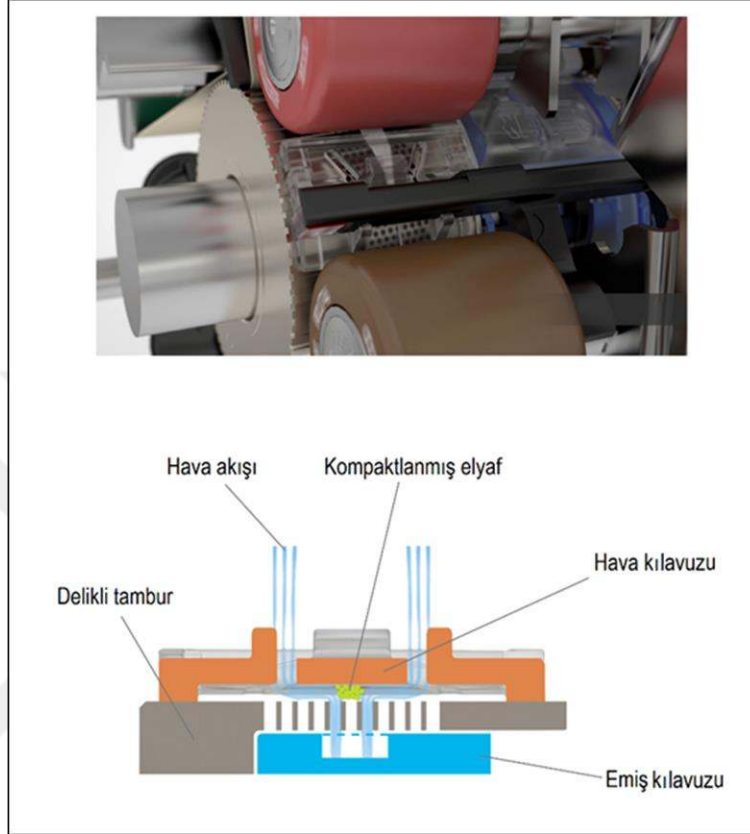
Tez çalışması kapsamında kompaktlama emiş sisteminin tipiyle ilgili enerji tüketimini etkileyen 2 ana faktör incelenmiştir. Bunlardan ilki; kompaktlama emişinin pnömofil emişiyle ortak veya ayrı yapıldığıdır. Kompakt emişinin, pnömofil emişiyle ortak veya ayrı yapıldığı sistemlerle ilgili detaylar bölüm 3.1.6.'da incelenmiştir. Bu bakımdan bu bölümde yeniden detaylara yer verilmeyecektir. Enerji tüketimini nasıl, ne şekilde etkilediğiyle ilgili ise literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte konuyla tez çalışması kapsamında yapılan enerji ölçüm ve analizlerinin detayları bölüm 5.2.3.'de verilmektedir.

Kompaktlama emiş sistemiyle ilgili enerji tüketimini etkileyen diğer faktör ise, kompaktlama sistemlerinde daha düşük negatif basınçla benzer kalite değerlerinde kompakt iplik elde edilmesinde kullanılabilecek ilave ekipmanın bulunup bulunmadığıdır.

Söz konusu ilave ekipman, delikli tambur sistemini kullanan kompakt ring makinelerinde bulunmaktadır. Kompakt için oluşturulan vakum, özel olarak dizayn edilmiş ve patentli bir ekipman olan hava kılavuzu tarafından desteklenmektedir. Bu özellik sayesinde kompaktlama bölgesinde kompaktlama efekti artırılmaktadır (Singh, Kothari, 2007).

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN



Şekil 3.48. Kompakt Sistemlerinde Hava Kılavuzu (Rieter, 2016)

Artırılmış kompaktlama efekti sayesinde benzer iplik kalitelerine ulaşılırken, kompaktlama işlemi daha düşük negatif basınçlarda gerçekleştirilebilmektedir. Bu sayede enerji tüketiminde tasarruf sağlanmaktadır.

Literatürde hava kılavuzunun enerji tüketiminde ne oranda tasarruf sağladığıyla alakalı olarak da net bir veriye ve/veya herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yine bu konuyu da kapsayan yapılan enerji ölçüm ve analizlerin detayları bölüm 5.3.2.'de verilmektedir.

Piyasa da kullanılan mevcut kompakt ring makineleri incelendiğinde; kompakt ve pnömofil emişlerinin ortak fanlar ve kanal vasıtasıyla yapıldığı sistemlerde aynı zamanda hava kılavuzu kullanıldığı görülmüştür. Kompakt ve

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

pnömofil emişlerinin ayrı fanlar ve ayrı kanal vasıtasıyla yapıldığı sistemlerde ise hava kılavuzuna yer verilmediği tespit edilmiştir.

3.2.2.4. Telef Filtre Temizliği

Ring makinelerinde filtre üzerinde teleflerin birikmesiyle birlikte bir hava direnci oluşmaktadır. Bu hava direncine rağmen gereken negatif basınca ulaşabilmek için modern ring makinelerinde bulunan fan motorları otomatik olarak devirlerini artırmaktadır. Bunun sonucunda enerji tüketimi artış göstermektedir. Literatürde ring makinelerinde filtre temizliğinin enerji tüketimine etkisini gösterir herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Sonraki çalışmalarda pratik koşullarda telef filtre temizliği ve enerji tüketimi arasındaki ilişki araştırılıp, sonuçlara ulaşılabilir.

3.2.2.5. Kullanılan Fanların Ağırlığı

Fanın dönüşü karşısında ilave direnç, yük oluşturan etkenlerden biriside kullanılan fanın ağırlığıdır. Fan ağırlığının artmasıyla fan motorunun tükettiği enerji de artacaktır.

Kokil döküm yerine pres döküm olarak üretilmiş ve bu sayede hafifletilmiş fan kanatlarının, fan motorunun tükettiği enerjide %16,6'lık bir tasarruf sağladığı gözlemlenmiştir. Detaylar Çizelge 3.10.'da verilmektedir (Khurshid, Asad, Khan, Chaudhry, 2012)

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

Çizelge 3.10. Fan Ağırlığına Göre Enerji Tüketimi (Khurshid, Asad, Khan, Chaudhry, 2012)

Tanım	Miktar
Kokil Döküm Kanatların Ağırlığı (kg)	35
Pres Döküm Kanatların Ağırlığı (kg)	15
Kokil Döküm Kanatların Enerji Tüketimi (kW)	13.7
Pres Döküm Kanatların Enerji Tüketimi (kW)	11.5
Enerji Tasarrufu (kW)	2.2
Enerji Tasarrufu (%)	16.06
Yıllık Fan Başı Tasarruf (kW)	18700

Söz konusu fanlar aynı zamanda cam elyafı ile güçlendirilmiş plastiklerden de üretilip de kullanılabilir. Bu sayede fan başı yıllık 5800 kW ile 40000 kW arasında tasarruf sağlanabilir (Kumar, 2015).

3.2.3. Çekim Motoruyla İlgili Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler

Çekim silindirlerinin düşük hızlarından dolayı, çekim motorlarının tükettikleri enerji nispeten küçüktür. Çekim sisteminin tahriki için aşağıda detaylandırılan dirençlerin aşılması esnasında enerji tüketimi gerçekleşir.

- Çekim esnasındaki elyaf-elyaf sürtünmesi,
- Çekim silindirlerindeki ve de üst baskı silindirlerindeki yatak sürtünmesi,
- Üst baskı silindirlerinin dönme direnci,
- Çekim tabancasının baskısıyla birlikte artan tahrik kayıpları (Soliman, 1963).

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

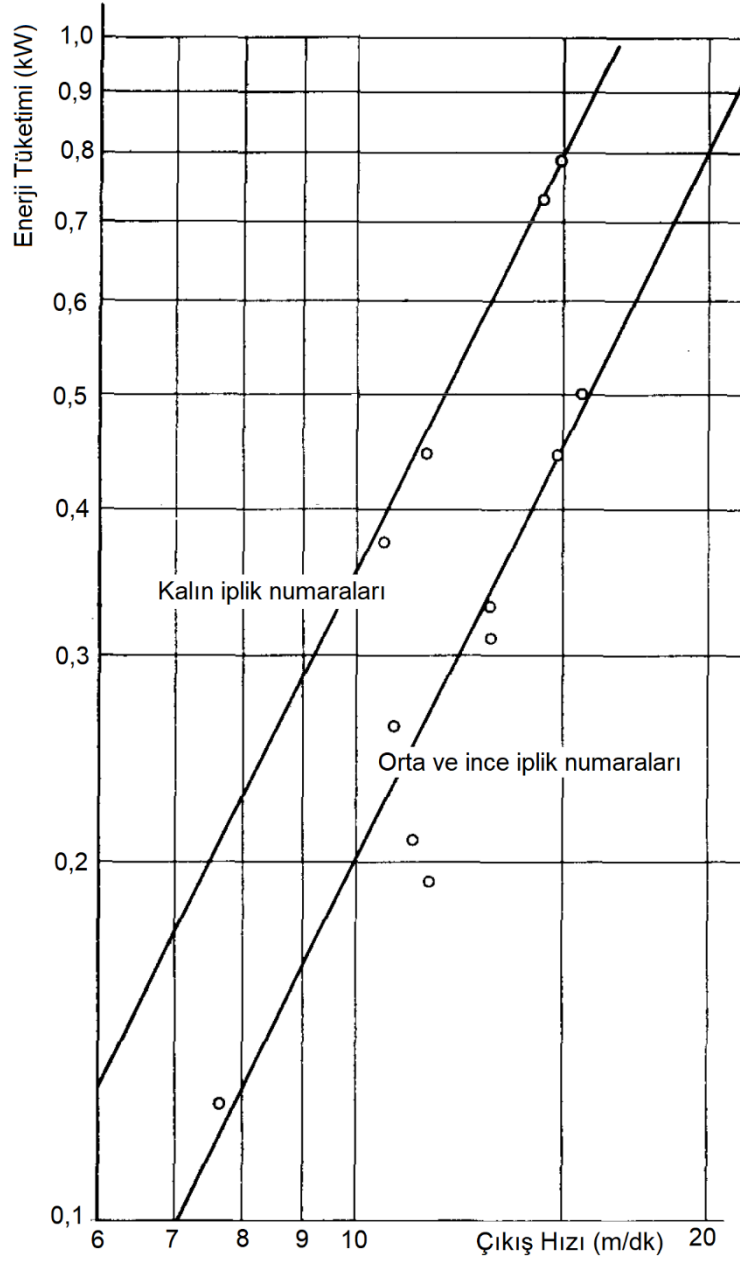
Erman COŞKUN

Pamuk fitillerinin çekimi için gerekli kuvvet, kırıcı çekim de daha yüksek iken ana çekim bölgesinde daha düşüktür. Penye pamukta ise gerekli çekim kuvvetlerinin karde pamuğa göre daha düşük olduğu görülmüştür. Çekim kuvveti, elyaf uzunluğuna, materyal tipine (pamuk, sentetik vs.), iplik numarasına ve fitil bükümüne göre değişkenlik arz etmektedir. Aynı zamanda çekim sisteminin tipine de bağlıdır. Çekim silindirlerinin ve üst baskı silindirlerinin yatak sürtünmesi, çekim tabancasında uygulanan baskı miktarına göre değişir. Bu baskı miktarı ise materyale, çekime ve eğrilecek iplik numarasına göre farklılık göstermektedir. Bu veriler ışığında çekim sisteminin tükettiği enerjinin, temelde çıkış hızına bağlı olarak yukarıda açıklanan dirençlerin aşılması için tüketildiği söylenebilir (Soliman, 1963).

400 iğli bir ring makinesinin çekim sisteminin enerji tüketimlerini gösteren aşağıdaki Şekil 3.55.'den anlaşılabacağı üzere; ring makinesinde çıkış hızının artmasıyla birlikte, çekim sisteminin tükettiği enerji miktarı da artmaktadır. Ayrıca aynı çıkış hızlarında, çekim sisteminin kalın iplik numaralarının üretiminde, ince ve orta numaradaki iplik numaralarına göre daha fazla enerji gereksinimi olduğu ortaya konulmuştur. Bir başka deyişle iplik numarası kalınlaştıkça çekim sistemi de daha fazla enerji tüketmektedir.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN
FAKTÖRLER

Erman COŞKUN



Şekil 3.49. Çekim Sisteminin Çıkış Hızına ve İplik Kalınlığına Göre Enerji Tüketimi
(Soliman, 1963)

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

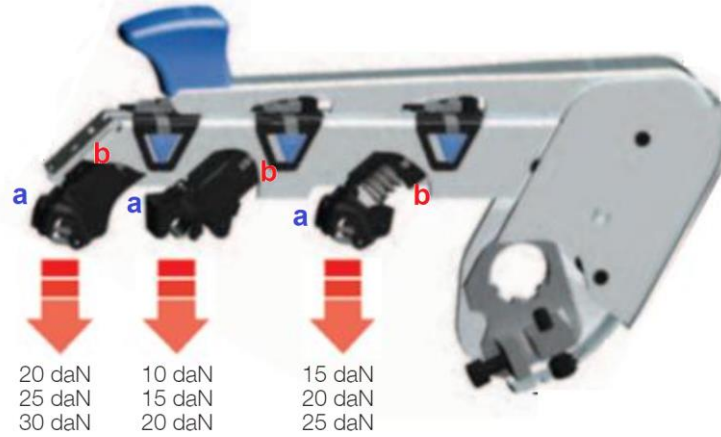
Erman COŞKUN

Çekim sisteminin tükettiği enerji miktarını etkileyen önemli faktörlerden bir diğeri de çekim tabancasındaki baskı miktarıdır. Ring makinelerinde çekim tabancasının baskısı 3 farklı şekilde oluşturulur. Bunlar;

- Yay yüklemeli,
- Pnömatik yüklemeli,
- Manyetik yüklemeli.

Makine sağlayıcıları daha ziyade yukarıda belirtilen ilk 2 tip kullanılmaktadır.

Yay basınç yüklemeli çekim tabancalarında, her bir yük dengeleyici kol yatak kızağına yerleştirilmiştir; bunlar birbirlerine göre ayarlanabilir. Bir yay üst silindiri alt silindire doğru bastırır. Bu çekim tabancalarında baskı kuvveti üç aşamada basitçe ayarlanabilir (Klein, Stalder, 2014).

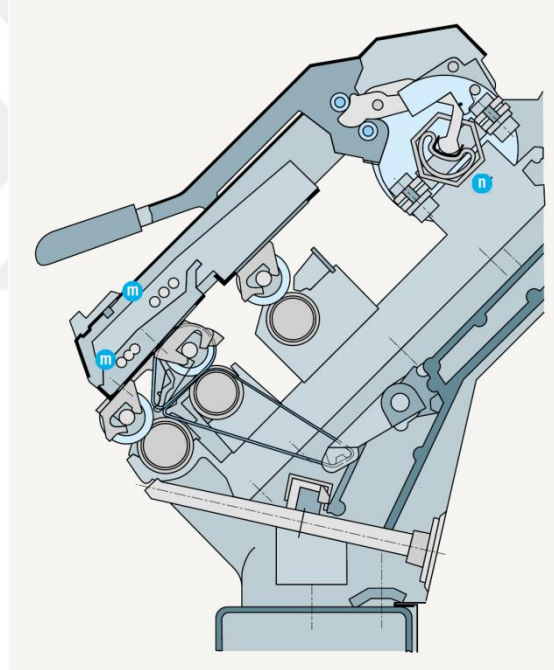


Şekil 3.50. Yay Yüklemeli Çekim Tabancası a.Dengeleyici kol b.Yay (Texparts, 2011)

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

Pnömatik yüklemeli baskı tabancasında ise yükleme kolu çelikten üretilmiştir ve silindirlerin arkasındaki altıgen şeklinde boru üzerine monte edilmiştir. Bu altıgen boru içerisinde merkezi kompresör ünitesine bağlı bir hava hortumu bulunmaktadır. Hortuma gelen basınçlı hava bir kam aracılığıyla tüm basınç kolu üzerine aktif olarak aktarılır. Kol üzerindeki pim noktaları sayesinde silindirlere uygulanacak basınç farklılaştırılabilir. Üst silindirlerdeki toplam baskı makinanın sonunda bulunan basınç vanası vasıtasıyla azaltılıp, artırılabilir (Klein, Stalder, 2014).



Şekil 3.51. Pnömatik Yüklemeli Çekim Tabancası m. Ayar pimleri b. Ana basınç hortumu (Klein, Stalder, 2014)

Pnömatik yüklemeli çekim tabancasında, baskı miktarının artmasıyla birlikte tüketilen enerjinin nasıl arttığıyla ilgili literatürde kayda değer bir veriye veya çalışmaya rastlanmamıştır. Tez kapsamında bu konuyla ilgili yapılan enerji ölçüm sonuçları 5. Bölümün ilgili kısmında verilmiştir.

3.2.4. Diğer Yardımcı Tahrik Motorları ve Sistemlerinde Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler

Ring makinesinde, iğ motoru, teknolojik emiş motoru ve çekim motorları dışında, bilezik sehpasının (planga) tahrikini, takım değiştirme sisteminin çalışmasını, dolu kops ve boş masura hareketini sağlayan yardımcı motorlar bulunmaktadır.

Bu motorlar (planga motoru haricinde) diğer iğ, çekim ve teknolojik emiş motorları gibi her daim çalışmamaktadır. Örneğin 144 kW kurulu güce sahip bir ring makinesinde bulunan takım değiştirme sistemine ait motor 6 kW'lık bir kurulu güce sahiptir. Bu motor, çalışılan iplik numarasına, bilezik çapı vs. gibi etkenlere bağlı olarak bir günde 10-20 kez, sadece 2-4 dakikalığına çalışır. Her ne kadar kurulu güç olarak ring makinesinin %4'ünden daha fazla bir paya sahip olsa da günde 1 saati bulmayan toplam çalışma süresiyle enerji tüketimine etkisi çok sınırlıdır. Boş masura ve dolu kops hareketini sağlayan sistemlerin ise kullanım sürelerinin sınırlı olmasının yanı sıra kurulu güçleri de çok düşüktür (0,2 kW gibi).

Yardımcı motorlar arasında enerji tüketimi konusunda en yüksek paya sahip olan motor, bilezik sehpasının tahrikini sağlamaktadır. Bu motor, iplik üretim boyunca devamlı çalışmasına rağmen 1,5 – 2 kW gibi yüksek olmayan bir kurulu güce sahiptir. Bu bağlamda enerji tüketimine etkisi sınırlı kalmaktadır.

Enerji tüketimlerinin çok sınırlı olması ve enerji optimizasyonu yapılabilecek ciddi bir olanak sunmamasından dolayı genelde bu motorların enerji tüketimi göz ardı edilebilir durumdadır.

Ring eğirme makinesinin bir parçası olmayan, makine üzerinde harici olarak bulunan gezer temizleyicilerin enerji tüketimine etkisine, yardımcı bir sistem olması bakımından bu kısımda kısaca değinilmiştir.

İplik eğirme prosesi boyunca oluşan elyaf uçuntularının, iplik kalitesini ve çalışma performansını etkilememesi için makinenin, özellikle de ipliğin çalıştığı eğirme bölgesinin temiz tutulması gerekmektedir. Gezer temizleyiciler, üfleyici

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

noktaları sayesinde ring eğirme makinesi üzerindeki önemli kısımlarda elyaf birikmelerinin oluşmasının önüne geçmekte ve ayrıca eğirme bölgesinden üfleme ile uzaklaştırılan elyaf uçuntuları emerek ortamdan almaktadır.

Bir gezer temizleyici bir yıl boyunca yaklaşık 17000 kWh enerji tüketmektedir. Mevcut üfleleyici fanların, daha küçük fan çaplarına ve ağırlıklarına sahip enerji verimliliğine sahip fanlarla değişimi sayesinde gezer temizleyicinin enerji tüketiminde yaklaşık %20'ye yakın bir tasarruf sağlanabilmektedir. Bu kapsamda yapılan bir çalışmada her bir gezer temizleyici için yıllık 2000 kWh'lik bir tasarruf sağlandığı görülmüştür. Ayrıca gezer temizleyiciler üzerinde takılacak zaman bazlı kontrol sistemleri sayesinde de enerji tasarrufu elde edilebilmektedir. Daha az uçuntunun olduğu ve gezer temizleyiciye daha az ihtiyacın duyulacağı iplik tiplerinde (ince iplik numaraları gibi), gezer temizleyicinin makine kafalarına geldiğinde bekleme pozisyonuna geçmesi ve aktif çalışma süresinin düşürülmesi enerji tasarrufu sağlamaktadır. Bir çalışma da bu sayede yıllık 5800 kWh'a kadar enerji tasarrufu elde edildiği görülmüştür (Kumar, 2015).

Gezer temizleyicinin, ring eğirme makinesinin dahili ana kısımlarından birisi olmaması sebebiyle tesis şartlarında herhangi bir enerji tüketim analizi yapılmamış ve çalışmanın ilerleyen kısımlarında ilave bir veriye yer verilmemiştir.

3.2.5. Tüm Motorların Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler

Bu bölümde, ring makinesinde sadece belirli bir motorunun enerji tüketimini değil de birden fazla motorunun enerji tüketimini etkileyen faktörler üzerinde durulmuştur.

3.2.5.1. İplik Numarasının Enerji Tüketimine Etkisi

Ring iplikçiliğinde birçok değişken iplik numarasına göre farklılık gösterdiğinden dolayı iplik numarası, direk ve dolaylı olarak enerji tüketimi değişiminde ciddi rol oynar.

İplik numarasına göre değişkenlik arz eden bilezik çapı, kopça ağırlığı, iğ devri vs. gibi faktörlerin enerji tüketimine nasıl etki ettiğine bu bölümün önceki kısımlarında yer verilmişti. Bunun yanı sıra iplik numarasının kalınlaşmasıyla birim zamanda elde edilen üretimin artması ve artan üretimle birlikte birim kütle için daha düşük enerji tüketilmesi anlamına gelmektedir. Bir başka deyişle kalın iplik üretimlerinde birim zamanda tüketilen enerji her ne kadar kalın ipliklerde artsa da ilgili süreç dahilindeki üretim miktarı enerjiye oranla çok daha fazla arttığı için 1 kg iplik üretimi için gerekli enerji tüketimi azalmaktadır.

Bu çerçevede; iplik numarası inceldikçe 1 kg iplik üretimi için gerekli enerji tüketimin arttığı ve kalınlaştıkça azaldığı çok nettir. Bu durum daha önce yapılan çalışmalarla da ortaya konulmuştur.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

Çizelge 3.11. Farklı İplik Numaralarında Enerji Tüketimi (Khurshid, Asad, Khan, Chaudhry, Ammanullah, 2012)

İplik Numarası		Enerji Tüketimi (kWh/kg)	
Tex	Ne	Penye İplik	Karde İplik
37	16	1,63	1,62
33	18	1,88	1,86
30	20	2,12	2,09
25	24	2,60	2,55
20	30	3,64	3,57
17	35	4,62	4,53
15	39	5,25	5,12
12	49	6,91	6,72

Harman hallaçtan bobin makinasına kadar ring iplik üretim tesisindeki tüm proseslerin enerji tüketimi hesaplanarak ulaşılan Çizelge 3.11.'de gösterildiği üzere; iplik numarası inceldikçe enerji tüketiminde artış meydana gelmektedir. Bu artış sadece ring makinesi esas alındığında da geçerlidir.

3.2.5.2. İplik Bükümünün Enerji Tüketimine Etkisi

Büküm, ring eğirme sistemlerinde iğ-bilezik-kopça yardımıyla üretilecek nihai iplik numarasına göre çekime uğramış lif kümesinin dıştan içe doğru kıvrılmasıdır. Lif tutamları bir arada tutan büküm sayesinde ayrıca lifler arasındaki sürtünme kuvveti artacağından dolayı mukavemette verilir (Klein, 2014).

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN



Şekil 3.52. Büküm ile İpliğe Mukavemet Sağlanması (Klein, 2014)

İplik bükümü; iğ devri (d/dak) ve çıkış hızı (metre/dakika) ile alakalıdır (Klein, 2014).

$$\text{İplik Bükümü} = \text{İğ Devri} / \text{Çıkış Hızı} \quad (3.14)$$

Dokuma ipliklerinde, triko da kullanılan ipliklere göre büküm miktarı daha fazla olduğundan dolayı çıkış hızları daha düşüktür ve bunun sonucu olarak aynı numaradaki ipliklerden yüksek bükümlü olan dokuma iplikleri için tüketilen enerji miktarı daha yüksektir. Örneğin; Ne 29,5 numara ipliklerden dokuma için üretilmiş olanının spesifik enerji tüketimi 3,64 kWh/kg iken triko için olanının enerji tüketimi 3,32 kWh/kg'dır (Kaplan, Koç, 2007).

Harman hallaçtan bobin makinasına kadar ring iplik üretim tesisindeki tüm proseslerin enerji tüketimi hesaplanarak ulaşılan Çizelge 3.12.'de gösterildiği üzere; farklı iplik numaralarında daha yüksek bükümlü dokuma ipliği için triko ipliğine göre %18,1 ile 23,4 arasında daha fazla enerji tüketilmiştir. Bu artış sadece ring makinesi esas alındığında da geçerlidir.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

Çizelge 3.12. Farklı İplik Bükümlerinde Enerji Tüketimi (Kaplan, Koç, 2007)

İplik Numarası		Enerji Tüketimi (kWh/kg)		Fark (%)
Tex	Ne	Triko	Dokuma	Dokuma için İlave
37	16	1.38	1.63	18.1%
33	18	1.58	1.88	19.0%
30	20	1.79	2.12	18.4%
25	24	2.19	2.60	18.7%
20	30	3.06	3.64	19.0%
17	35	3.89	4.62	18.8%
15	39	4.42	5.25	18.8%
12	49	5.52	6.81	23.4%

3.2.5.3. Makine Randımanının Enerji Tüketimine Etkisi

Makine randımanı genel olarak, birim zamanda makineden alınan pratik üretim miktarının, ilgili makineden alınabilecek teorik üretim miktarına oranı şeklinde tanımlanabilir.

Diğer tüm makinelerde olduğu gibi ring makinesinde de randımanı etkileyen birden fazla faktör söz konusudur. Bunlardan bazıları; iplik kopuş miktarı, operatörün bu kopuklara ne kadar hızlı müdahale ettiği, takım dolum süresi, takım değiştirme süresi, herhangi bir sıkıntıdan ötürü makinedeki üretim yapamayan iğler (boş iğ) vs.'dir.

Ring makinesindeki hemen hemen tüm motorlar ve diğer tahrik ekipmanları, makine tam üretimdeymişçesine enerji tükettiğinden dolayı pratik olarak alınan üretim miktarı alınması gereken üretim miktarından uzaklaştıkça, yani makine randımanı düştükçe birim üretim için tüketilen enerji miktarı artmaktadır. Örneğin ring makinesindeki teknolojik emiş (fan) motoru üretim miktarından bağımsız olarak enerji tüketimine devam etmektedir. İlgili makineden alınacak daha fazla üretim 1 kg iplik üretimi için gerekli enerji miktarını düşürecektir. Bu durum çok büyük oranda iğ motoru, çekim motorları içinde geçerlidir.

3.2.5.4. Motor Verimliliklerinin Enerji Tüketimine Etkisi

Eğirme prosesindeki en yoğun enerji tüketimine sahip makine olan ring makinesinde mümkün olan en yüksek verimliliğe sahip elektrik motorlarının kullanılması büyük önem arz etmektedir. Kullanılan motorlarda küçükte olsa her türlü verimlilik artışına fayda sağlayacak değişimler, güncellemeler, ring makinesinde elde edilecek kayda değer enerji tasarrufu sayesinde kendisini kısa bir sürede geri ödeyecektir (Kumar, 2015).

İplik makinelerinde AC motor olarak bilenen alternatif akım motorlar grubunda bulunan 3 fazlı asenkron motorlar kullanılmaktadır. Elektrik motorları için en güncel hazırlanan IEC 60034-30:2008 standardına göre verimlilik sınıfları 0,75 kW ile 375 kW arasında değerlendirilmekte olup tanımlamaları şöyledir (T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2015).

IE1 Sınıfı = Standart Motorlar

IE2 Sınıfı = Yüksek Verimli Motorlar

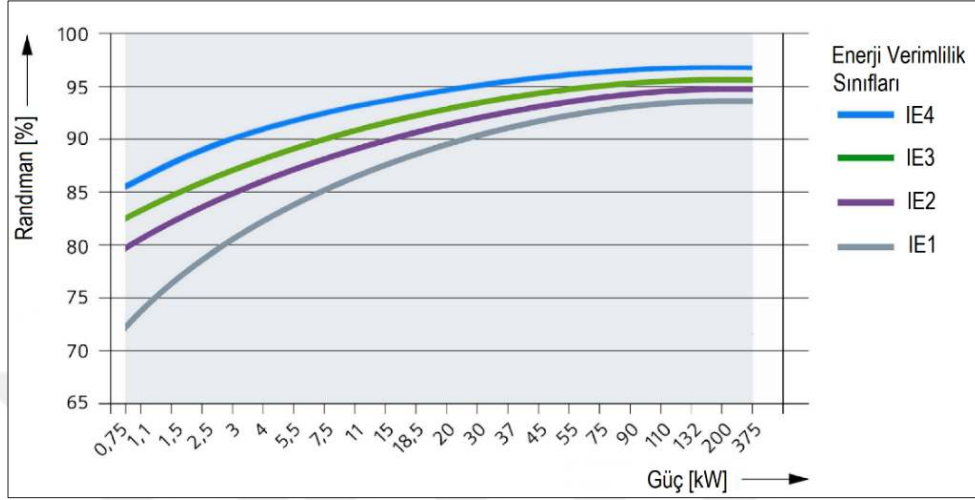
IE3 Sınıfı = Premium Verimli Motorlar

IE4 Sınıfı = Süper Premium Verimli Motorlar

Verimlilik sınıflara göre motorların enerji randımanlarının nasıl değiştiği Şekil 3.59.'da gösterilmektedir. Motor verimlilik sınıfı IE1'den IE4'e doğru arttıkça randıman artmaktadır. Bir başka deyişle daha fazla miktarda elektrik enerjisi mekanik enerjiye dönüştürülmektedir. Aynı zamanda motorların kurulu güçlerinin artmasıyla randımanlarının da arttığı görülmektedir. Bu bağlamda mümkün mertebede aynı işi küçük kurulu güce sahip birden fazla motor ile yapmaktansa tek bir motorla yapmak enerji açısından daha verimli olacaktır.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN



Şekil 3.53. Sınıflarına Göre Motorların Enerji Verimlilikleri (Siemens, 2015)

Motor verimliliği enerji tüketimini nasıl değiştirdiğini gösterir formül aşağıda verilmektedir.

$$K = t \cdot P_N \cdot x \cdot (1/\mu - 1/\mu_{\text{eff}}) \quad (3.15)$$

K : Yıllık tasarruf (kW)

t : Yıllık toplam çalışma saati (h)

P_N : Motorun kurulu gücü(kW)

x : Motorun yüklenme oranı

μ : Motorun verimliliği

μ_{eff} : Bir üst sınıf motorun verimliliği (T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2015)

Bu formül (3.15) yardımıyla, ring makinesinde en fazla enerji tüketimine sahip iğ ve fan motorlarının IE3 sınıfı yerine IE4 sınıfı kullanılması durumunda ne kadarlık bir enerji tasarrufu sağlanabileceği hesaplanabilir.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

- 110 kW kurulu güce sahip ana iğ motoru kullanan bir ring makinesinde, IE3 sınıfı yerine IE4 sınıfı motor kullanıldığında;
 $K = 8500 \text{ saat} \times 110 \text{ kW} \times 0,80 \times (1/0,955 - 1/0,97) = 5924 \text{ kW/yıl tasarruf söz konusudur.}$
- 6,5 kW kurulu güce sahip IE3 sınıfı 2 adet fan motoru kullanan bir ring makinesinde IE4 sınıfı motorlar kullanıldığında;
 $K = 8500 \text{ saat} \times 6,5 \text{ kW} \times 2 \times 0,85 \times (1/0,895 - 1/0,925) = 3410 \text{ kW/yıl tasarruf söz konusudur.}$

Motorlarla ilgili enerji tasarrufu sağlamak için aşağıdaki noktalarında dikkate alınması gerekmektedir.

- Yeniden sarılmış motorların randımanları düşmektedir.
- Motorların enerji denetimleri yapılırken, yük altında değilken enerji tüketimi test edilmelidir. Bu testler motorun yeniden sarım kalitesinin bir göstergesidir. Genelde motorlar yük altında değilken tam yük altında çektikleri enerjinin %35-40'ını çekerler.
- Motorun randımanını artırmak için ilgili motorun, motor ve yük karakteristiklerini göre motorun gövde sıcaklıklarının aşağı çekilmesi tavsiye edilmektedir.
- Tipik enerji denetimlerinde, motorun çalışma akımı, voltajı, güç faktörü gibi çalıştırma parametreleri çok yönlü cihazlarla ölçümlenmelidir.

3.2.5.5. İşletme Sıcaklığının ve Rakımın Enerji Tüketimine Etkisi

İşletme sıcaklığı ve işletmenin bulunduğu bölgenin rakımı, elektrik motorlardan alınan performansı etkilemesi açısından önem arz etmektedir.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

Standart elektrik motorları 40°C ortam sıcaklığına ve 1000 m rakım yüksekliğine göre imal edilmişlerdir. Bu değerleri aşan çalışma şartları motorun performansına etki edecektir. (www.emo.org.tr, 2021)

1000 m rakımın altında olan bölgelerde, ortam sıcaklığının 40°C'nin üzerinde olması durumunda motor performanslarının nasıl değiştiğini gösterir Çizelge 3.13. aşağıda verilmektedir.

Çizelge 3.13. Motor Çıkış Gücünün Ortam Sıcaklığına Göre Değişimi

Ortam Sıcaklığı (°C)	Motor Çıkış Gücü (%)
40	100
45	96.5
50	93
55	90
60	86.7
70	79

Ortam sıcaklığının artmasıyla birlikte motordan alınan çıkış gücünün %79'lara kadar düştüğü yukarıdaki çizelgeden görülmektedir. Fakat iplikhanelerde ortam sıcaklığını genelde 32°C'nin altında olmasının tavsiye edilmesi ve pratikte 40°C'nin üzerine çıkılmıyor olmasından dolayı motor performanslarının ortam sıcaklığından dolayı bir kayba uğramadığı ve enerji tüketimiyle ilgili negatif bir durumun oluşmadığı söylenebilir. Bununla birlikte motorların makine içerisinde bulunduğu kabinlerin soğutma konusunda yeterli olması, motorlar üzerinde yeterli hava veya su ile soğutma sistemlerinin mevcut olması enerji tasarrufu bakımından önem arz etmektedir.

Yüksek rakımda havanın yoğunluğunun düşüp, soğutmanın olumsuz etkilenmesi açısından motor performansları düşmektedir. 40°C ortam sıcaklığının altında rakıma göre motor çıkış güçlerinin değişimi Çizelge 3.14.'de verilmektedir. Rakımın artmasıyla birlikte motorlardan alınan çıkış güçleri bir başka deyişle performans %83'lere kadar düşüş göstermektedir.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erman COŞKUN

Çizelge 3.14. Motor Çıkış Gücünün Rakıma Göre Değişimi

Bölgenin Rakımı (m)	Motor Çıkış Gücü (%)
1000	100
1500	97
2000	94.5
2500	92
3500	86.5
4000	83.5

Ülkemizde bulunan kurulu ring iplik makine kapasitesinin yaklaşık %89'u 1000 m rakımın altındaki bölgelerde kuruludur. Geriye kalan %11'lik ring kapasitesi ise 1050 – 1300 m rakım arasında bulunur. Yukarıdaki Çizelge 3.14.'e göre yorumladığımızda motorlardaki performans kayıplarının %0,5-2 civarı olacağı söylenebilir.

3. RİNG İPLİK EĞİRME MAKİNELERİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN
FAKTÖRLER

Erman COŞKUN



4. MATERYAL VE METOT

4.1. Materyal

Tez çalışması kapsamında gerek konvansiyonel gerekse de kompakt ring makinelerinde enerji ölçüm ve analizleri yapılmıştır. Tez çalışmasını ve oluşturulacak bilgisayar tahminleme modelini daha güncel ve daha uzun süreli kullanılabilir kılabilmek için enerji ölçümleri daha ziyade 5 yaşından genç ring makinelerinde yapılmıştır.

Enerji ölçümlerinde, ülkemiz iplik sektöründe güncelde daha yoğun olarak kullanılan ring makinesi model ve markaları tercih edilmiştir. İlgili ring makinelerindeki iğ sayıları 1632, 1824, 1968'dir.



Şekil 4.1. Kısa Elyaf Ring İplik Eğirme Makineleri (Anonymous)

Enerji ölçümlerinde kullanılan ring makineleri teknik özellikleri bakımından birçok farklılığa sahiptir. Bu farklılıklar, enerji tüketimini etkileyen her bir faktör incelenirken ilgili bölüm kapsamında belirtilmiştir.

Enerji ölçümleri yapılırken 3 farklı ölçüm cihazı kullanılmıştır. Kullanılan cihazların özellikleri kısaca aşağıda açıklanmakta ve Şekil 4.2.'de gösterilmektedir.

- **Üç fazlı enerji analizörü:** Üç faz gerilim ve akım rms değerleri (akımın ve voltajın değerinin karesinin ortalamasının kare kökü), aktif ve reaktif (kapasitif veya endüktif) güç değerleri, aktif ve reaktif enerji değerleri,

güç faktörü, şebeke frekansı, ortalama ve maksimum güçler ve harmonik bozulmalar ölçülebilen ve ölçülen verileri kayıt altında tutabilen bir cihazdır.

- **Ampermetre:** Elektrik akımının, akım şiddetini yani iletkeni geçen akım miktarını ölçen bir alettir. İdeal ampermetrenin iç direnci sıfır kabul edilir. Ama gerçek hayatta/pratikte bu iç direnç değeri çok küçük bir değer olarak seçilir.
- **Ring makinasına entegre üç fazlı akım trafoları:** Akım trafoları devreden geçen akımı ölçmek için kullanılan ölçüm transformatörleridir. Yüksek akımların ölçü aletleri tarafından direkt ölçülmesi, yüksek maliyetli olmasının yanı sıra kimi zaman oldukça tehlikeli ve zordur. Bu yüzden devreden geçen akımın ölçülebilmesi için akım trafoları da kullanılmaktadır. Ring makinesinde sürekli ölçüm yapan akım trafoları sayesinde, uzun süreli ölçümler mümkün olmaktadır. Enerji tüketim verileri ring makinesinin ekranından ya da ring makinelerine bağlı tesis izleme sistemlerinden alınabilmektedir. Tesis izleme sistemleri ve yazılımlarından geriye dönük 1 yıllık veriler temin edilebilmektedir.

Enerji Analizörü	Ampermetre	Akım Trafoları
		

Şekil 4.2. Enerji Ölçümleme Cihazları (Anonymous)

Enerji ölçümlerinde, pratik kullanım sunması ve birden fazla ring makinesinde uzun süreli enerji analizlerine imkân tanınmasından dolayı daha ziyade

akım trafoları kullanılmıştır. Daha spesifik ve çok hassas enerji ölçümleri için enerji analizörleri kullanılmıştır. Çalışma boyunca çektiği akım miktarında değişiklik olmayan veya göz ardı edilebilecek kadar küçük olan durumlarda ise Ampermetre kullanımına başvurulmuştur.

Ring eğirme makinelerinde yapılan enerji ölçüm ve analizleri, pamuk ve sentetik elyaf karışımları çalışırken gerçekleştirilmiştir. Enerji tüketimini etkileyen farklı faktörlerin analizlerinde, pamuk olarak, farklı elyaf özelliklerine sahip (uzunluk, incelik vs.), farklı ülke ve bölgelerde (ABD, Türkiye, Yunanistan, Mısır vs.) yetişmiş farklı tipler kullanılmıştır. Fakat her bir faktöre ait enerji analizlerinde diğer faktörler sabitlendiği gibi, kullanılan pamuk tipide sabitlenmiştir. Sentetik elyaf karışımlarında ise Polyester ve Viskon lifleri kullanılmıştır. Kullanılan sentetik liflerin uzunluğu 32-38 mm, inceliği ise 1,3-1,5 dtex arasındadır. Aynı pamukta olduğu gibi; her bir faktöre ait enerji analizlerinde diğer faktörler sabitlendiği gibi, kullanılan elyaf tipi, özellikleri sabitlenmiştir.

Enerji tüketimi tahminleme modeli için ise Microsoft Excel programı kullanılmıştır.

4.2. Metot

Ring makinesinde enerji tüketimini etkileyen her bir faktörün ölçüm ve analizi yapılırken öncelikle diğer faktörlerin mümkün mertebede sabit tutulması sağlanmıştır. Enerji ölçüm ve analizleri ticari olarak üretim yapan iplik tesislerinde, pratik şartlar altında yapıldığı için, ölçümlerde tüm faktörlerin (örneğin makine randımanı, iplik kopuş miktarı, arızalı iş vb. gibi) %100 kontrol altında tutulması mümkün olmamıştır. Zira pratik şartlar altında bu kesinlikteki kontrol de mümkün değildir. Ölçüm ve analizlerin hassasiyetlerini artırabilmek adına enerji ölçümleri uzun süreli yapılmış ve de aynı faktörle ilgili birden fazla ölçüm gerçekleştirilmiştir.

Enerji ölçüm sonuçları; ilgili iplik numarasında, bükümünde vs. üretilecek ipliğin 1 kg'ı için ihtiyaç duyulacak elektrik enerjisinin kilovatsaat (kWh) cinsinden değeri analiz edilmiştir. Yani kilovatsaat/kilogram (kWh/kg) cinsinden değerler

kıyaslanmıştır. Ayrıca ilgili değişkene göre farklılık arz eden enerji tüketim verileri yüzdesel olarak da mukayese edilmiştir.

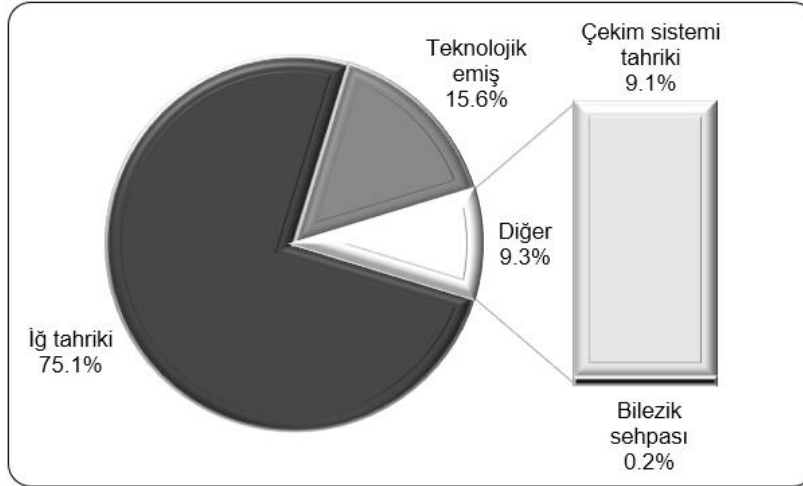


5. BULGULAR VE TARTIŞMA

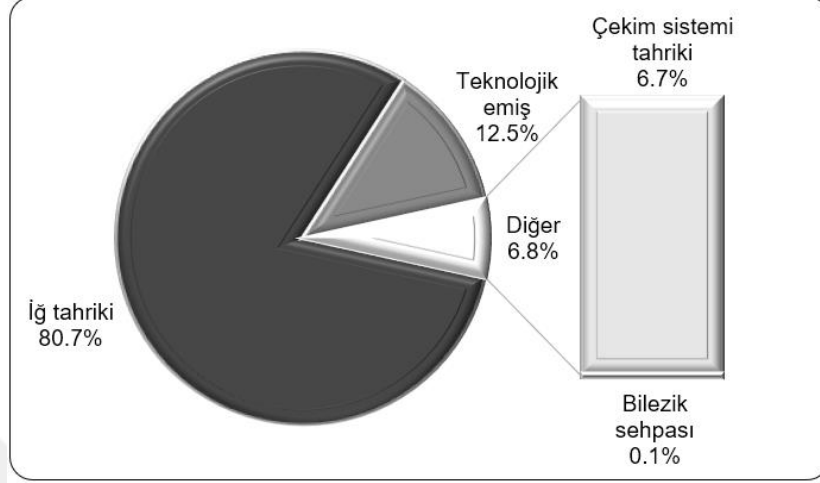
Ring makinesinde enerji tüketimini etkileyen faktörlerin büyük çoğunluğunun, pratik şartlarda enerji tüketimini nasıl değiştirdiğini görmek adına, iplik tesislerinde, ring makineleri üzerinde çok sayıda enerji ölçüm ve analizi gerçekleştirilmiştir.

Yapılan enerji ölçümlerinden ilki, ring makinesinde bulunan temel tahrik elemanlarının ve motorlarının toplam tüketilen enerjide ne kadar payının olduğunu ortaya koyabilmek için gerçekleştirilen analizlerdir. Enerji ölçümleri 2 farklı üreticinin kompakt ring makinesinde yapılmıştır ve her iki ölçümde de; Ne 30 numara, 775 T/m büküme sahip penye pamuk ipliği üretimi, 19500 d/dak'lık maksimum iğ devrinde gerçekleştirilmiştir.

Aynı sabit şartlar altında yapılan analiz sonuçlarına göre; 2 farklı makinedeki farklı temel tahrik elemanlarının enerji tüketimindeki payları Şekil 5.1. ve Şekil 5.2.'de gösterilmektedir.



Şekil 5.1. Ring Makinesi Tahrik Elemanlarının Enerji Tüketim Payları – Makine I



Şekil 5.2. Ring Makinesi Tahrik Elemanlarının Enerji Tüketim Payları – Makine II

Yapılan analizlere göre, ring makinesindeki enerji tüketiminin yaklaşık %75-80'ni ana iş tahriki, %12,5-15'nin teknolojik emiş, %7-9'nun çekim sistemi tahriki ve %0,1-0,2'sinin diğer kısımların (bilezik sehpa tahriki vs.) tahriki için kullanıldığı görülmüştür.

Bu bölümün alt kısımlarında ring eğirme makinesinde enerji tüketimini etkileyen birçok faktör, çalışan iplik tesislerinde, pratik şartlar dahilinde ölçümlenmiş, kıyaslamalı analizlerle sonuçlar ortaya konulmuş ve konuyla ilgili görüşler, tavsiyeler ifade edilmiştir.

5.1. Ana İş Motoruyla İlgili Enerji Ölçüm ve Analiz Sonuçları

Ring makinesinin enerji tüketiminde %75-80'luk paya sahip olan ana iş tahrikini ve motorunu etkileyen faktörler, enerji optimizasyonu bakımından en anlamlı parametrelerdir. Bundan dolayı çalışmanın bu kısmında incelenecek tüm faktörler, enerjiyi etkileyen diğer faktörlere göre daha büyük önem arz etmektedir.

5.1.1. Kopçanın Enerji Tüketimine Etkisi

Kopça, ring makinesinde enerji tüketimini en fazla etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Bazı durumlarda bir kilogram iplik üretimi için gerekli enerji tüketimini %10'u aşan seviyelerde etkilemektedir.

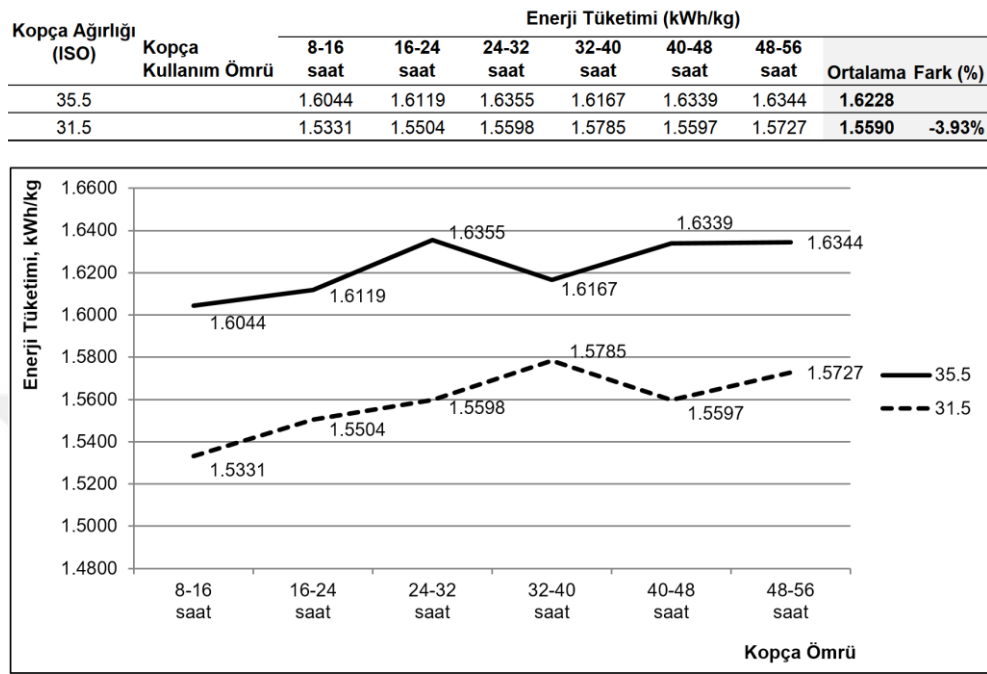
Gerek ağırlığıyla gerekse de sürtünme katsayısının değiştirmesiyle iğ üzerinde oluşan kuvvetlere direkt olarak etki etmekte ve enerji tüketiminde etkili olmaktadır. Bu bölümde kopçayla ilgili enerji tüketimi bakımından birden fazla faktör incelenmiş ve enerji ölçümleri, analizleri alt başlıklar altında paylaşılmıştır.

5.1.1.1. Kopça Ağırlığının Enerji Tüketimine Etkisi

Kopça ağırlığıyla ilgili 2 farklı enerji ölçümü yapılmış olup, her iki ölçümde 1632 iğli kompakt ring makinelerinde, penye pamuk ipliği üretimi yapılırken gerçekleştirilmiştir.

İlk enerji kıyaslamasında esas alınan iplik numarası Ne 36, iplik bükümü 850 T/m, ortalama iğ devri ise 19821 d/dak'dır. Teknik özellikler bakımından tamamıyla aynı olan 2 ayrı kompakt ring makinesinde enerji ölçümleri yapılmıştır. Enerji ölçümleri boyunca her 2 makinenin de ortalama randımanı %97,3 – 97,4'dür. Enerji ölçümlerinde, aynı sağlayıcının aynı kaplamaya ve tipe sahip kopçaları kullanılmıştır. Sadece kopça ağırlıkları farklı tutulmuş ve ISO 35,5 (35,5 mg) kopça ağırlığıyla, ISO 31,5 (31,5 mg) kopça ağırlığının enerji farklılıkları analiz edilmiştir. Analizler sırasında her iki kopçanın da yeni olmasına dikkat edilmiş ve 8-56 saatlik kopça ömürleri boyunca kıyaslama yapılmıştır.

56 saat kesintisiz olarak akım trafolarıyla yapılan enerji ölçüm ve analiz sonuçları aşağıdaki Şekil 5.3.'de verilmektedir. İlgili analizden de görüldüğü üzere; kopçanın 35,5 mg'dan, 31 mg'a hafiflemesiyle birlikte enerji tüketiminde %3,93'lük bir düşüş, yani tasarruf meydana gelmiştir.

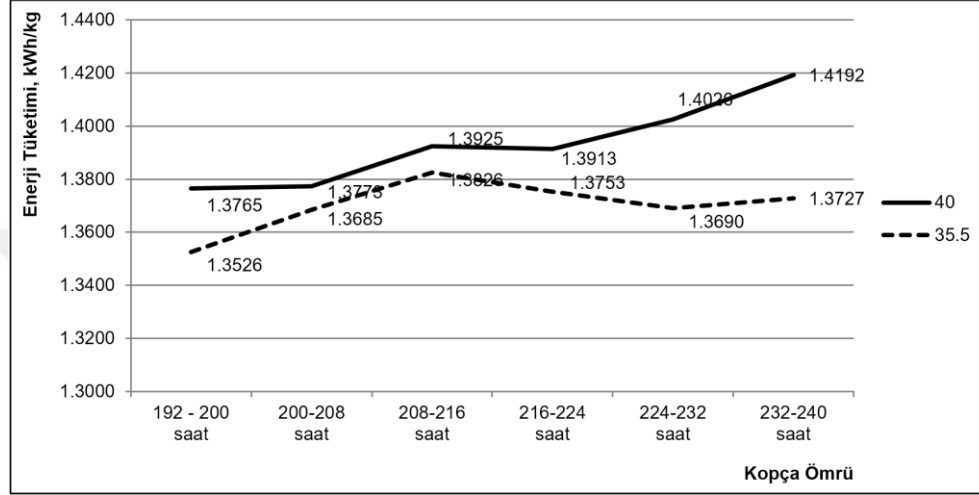


Şekil 5.3. Kopça Ağırlığının Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz I

Yapılan ikinci enerji kıyaslamasında ise esas alınan iplik numarası Ne 30, iplik bükümü 776 T/m, ortalama iğ devri ise 20812 d/dak'dır. Teknik özellikler bakımından tamamıyla aynı olan 2 ayrı kompakt ring makinesinde enerji ölçümleri yapılmıştır. Enerji ölçümleri boyunca her 2 makinenin de ortalama randımanı %95,5 – 96'dır. Enerji ölçümlerinde, aynı sağlayıcının aynı kaplamaya ve tipe sahip kopçaları kullanılmıştır. Sadece kopça ağırlıkları farklı tutulmuş ve ISO 40 (40 mg) kopça ağırlığıyla, ISO 35,5 (35,5 mg) kopça ağırlığının enerji farklılıkları analiz edilmiştir. Nispeten daha çok kullanılmış kopçalarda kopça ağırlığının enerji tüketimine etkisini de görebilmek adına, yapılan ikinci analizde 192-240 saatlik kopça ömürleri boyunca kıyaslama yapılmıştır.

Akım trafoları sayesinde kesintisiz 48 saat boyunca yapılan enerji ölçüm ve analiz sonuçlarını gösterir Şekil 5.4.'den de anlaşılacağı üzere; kopçanın 40 mg'dan, 35,5 mg'a hafiflemesiyle birlikte enerji tüketiminde %1,66'lık bir düşüş, yani tasarruf meydana gelmiştir.

Kopça Ağırlığı (ISO)	Kopça Kullanım Ömrü	Enerji Tüketimi (kWh/kg)						Ortalama Fark (%)
		192 - 200 saat	200-208 saat	208-216 saat	216-224 saat	224-232 saat	232-240 saat	
40		1.3765	1.3773	1.3925	1.3913	1.4026	1.4192	1.3932
35.5		1.3526	1.3685	1.3826	1.3753	1.3690	1.3727	1.3701
								-1.66%



Şekil 5.4. Kopça Ağırlığının Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz II

Yapılan her iki ölçüm ve analiz sonucu; kopçanın hafiflemesiyle birlikte enerji tüketiminin azaldığı görülmüştür. Daha fazla kullanılmış kopçalarda ise, kopçanın bir numara hafiflemesiyle enerji tüketiminde azalma görülmüş, fakat azalma miktarı nispeten yeni kopçalara göre sınırlı kalmıştır.

Kopçaların eskimesi, yani kopça kullanım ömrünün artmasıyla birlikte kopça üzerinde artan aşınmalar oluşmakta ve bu da bölüm 3.2.1.1’de anlatılan F_F çekme kuvvetini yükselterek, enerji tüketiminin artmasına sebebiyet vermektedir. Farklı ağırlıktaki kopçalarda meydana gelen aşınmalar değişkenlik arz etmekte ve F_F çekme kuvvetlerinde paralel olmayan farklılıklar meydana getirmektedir. Dolayısıyla eski kopçalardaki enerji farkı, yeni kopçalardaki enerji farkına göre sınırlı kalabilmektedir.

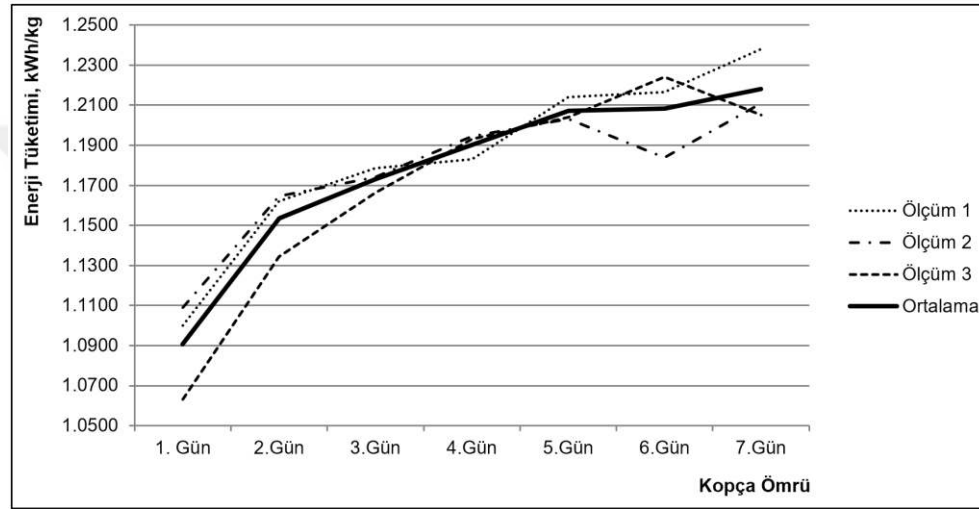
5.1.1.2. Kopça Kullanım Ömrünün Enerji Tüketimine Etkisi

Kopça kullanım ömrünün, ring makinesindeki enerji tüketimine etkisinin ciddi boyutlarda olması ve de her enerji ölçümünde sabit tutulması gereken bir değişken olmasından dolayı, gerçekleştirilen diğer tüm enerji ölçüm ve analizleri aynı kopça kullanım ömürlerinde yapılmış ve enerji tüketim değişimi, ilgili kopça ömrü boyunca izlenmiştir. Bu bakımdan, tezin 5. Bölümünün hemen hemen her alt başlığı altında, kopça kullanım ömrü boyunca enerji tüketiminin nasıl değiştiği görülebilir.

Sadece kopça kullanım ömrünün enerji tüketimini nasıl etkilediğini görebilmek için bu değişkene özel enerji ölçüm ve analizleri yapılmıştır. %100 Pamuk ipliğindeki ve de sentetik/suni elyaftan üretilen ipliklerdeki değişimi görebilmek hedefiyle birden fazla enerji ölçümü gerçekleştirilmiştir.

Enerji ölçüm ve kıyaslamalarının ilki; konvansiyonel ring makinelerinde %65 Polyester / %35 Viskon karışım ipliği üretimi yapan bir tesiste gerçekleştirilmiştir. Ring makinesi üzerindeki dahili olarak bulunan akım trafoları sayesinde 7 günlük kopça ömrü boyunca 24 saatlik enerji ölçümleri yapılabilmektedir. Enerji ölçüm ve analizlerinin hassasiyetini artırmak üzere 3 ayrı ring makinesinde enerji ölçümü gerçekleştirilmiştir. Her 3 enerji ölçümünde de, ring makinesinde üretilen iplik numarası Ne 28, iplik bükümü 770 T/m, ortalama iğ devri ise 16600 d/dak'dır. Enerji ölçümlerinde kopça tipi ve ağırlığı başta olmak üzere, enerji tüketimini değiştirebilecek diğer faktörler sabit tutulmuştur. Enerji analiz sonuçları Şekil 5.5.'de verilmektedir.

Ölçüm No	Kopça Kullanım Ömrü	Enerji Tüketimi (kWh/kg)							1 - 7. Gün Fark (%)
		1. Gün	2.Gün	3.Gün	4.Gün	5.Gün	6.Gün	7.Gün	
Ölçüm 1		1.1000	1.1620	1.1785	1.1830	1.2140	1.2165	1.2380	12.55%
Ölçüm 2		1.1090	1.1645	1.1742	1.1944	1.2031	1.1839	1.2111	9.21%
Ölçüm 3		1.0632	1.1343	1.1662	1.1931	1.2041	1.2242	1.2050	13.34%
Ortalama		1.0907	1.1536	1.1730	1.1902	1.2071	1.2082	1.2180	11.67%
Günlük Ortalama Artış (%)			5.76%	1.68%	1.47%	1.42%	0.09%	0.81%	



Şekil 5.5. Kopça Kullanım Ömrünün Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz I

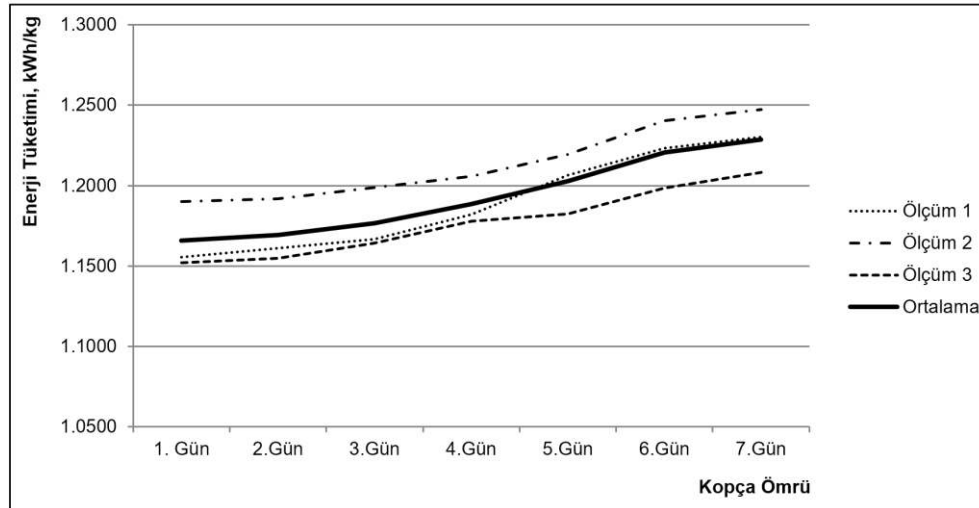
Artan kopça kullanım ömrüyle birlikte, 1 kg iplik üretimi için gerekli enerji miktarının da arttığı 3 enerji ölçüm ve analizinde de görülmüştür. Birinci ve yedinci günler arasındaki enerji %9,21 ile %13,34 arasında artış göstermiş olup, ortalama olarak %11,67'lik bir enerji artışı gözlemlenmiştir.

Günler arasındaki artışa baktığımızda ise; en yüksek artışın 1. ve 2. Günler arasında olduğu gözlemlenmiştir. Bilezik-kopça arasında daha az sürtünme oluşturan kopça kaplamasının birinci gün sonunda bileziğe temas eden bölgede tamamen aşınması bu artışın ana sebebi olduğu düşünülmektedir.

Diğer enerji ölçümü ise; kompakt ring makinesinde, %100 penye pamuk ipliği üreten bir tesiste gerçekleştirilmiştir. Sentetik elyafı yapılan enerji ölçümlerinde olduğu gibi, enerji ölçüm ve analizlerinin hassasiyetini artırmak üzere, 3 ayrı ring makinesinde enerji ölçümü gerçekleştirilmiştir. Yine 7 günlük kopça

ömrü boyunca, dahili akım trafolarıyla 24 saatlik kesintisiz ölçümler yapılmıştır. Her 3 enerji ölçümünde de, ring makinesinde üretilen iplik numarası Ne 30, iplik bükümü 750 T/m, ortalama iğ devri ise 18500 d/dak'dır. Enerji ölçümlerinde kopça tipi ve ağırlığı başta olmak üzere, enerji tüketimini değiştirebilecek diğer faktörler sabit tutulmuştur.

Ölçüm No	Kopça Kullanım Ömrü	Enerji Tüketimi (kWh/kg)							1 - 7. Gün Fark (%)
		1. Gün	2.Gün	3.Gün	4.Gün	5.Gün	6.Gün	7.Gün	
Ölçüm 1		1.1555	1.1612	1.1666	1.1822	1.2066	1.2231	1.2302	6.46%
Ölçüm 2		1.1901	1.1917	1.1987	1.2058	1.2195	1.2404	1.2472	4.80%
Ölçüm 3		1.1521	1.1548	1.1642	1.1777	1.1824	1.1985	1.2084	4.89%
Ortalama		1.1659	1.1692	1.1765	1.1886	1.2028	1.2207	1.2286	5.38%
Günlük Ortalama Artış (%)			0.29%	0.62%	1.03%	1.20%	1.48%	0.65%	

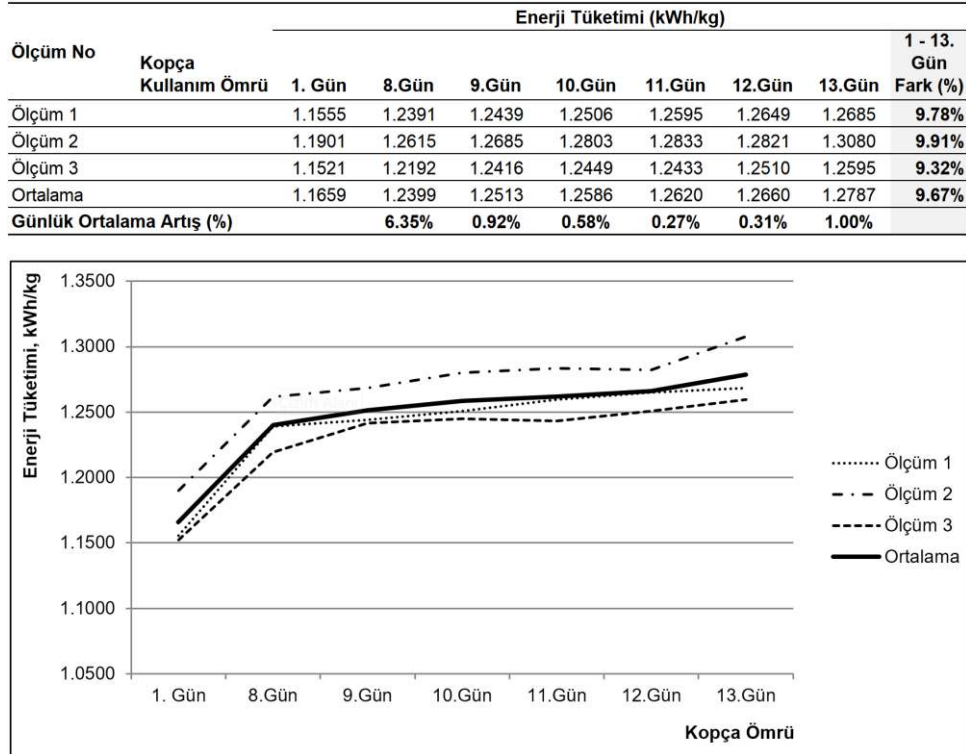


Şekil 5.6. Kopça Kullanım Ömrünün Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz II

Şekil 5.6.'da verilen analiz sonuçlarından da anlaşılacağı üzere; suni/sentetik elyaf da görüldüğü gibi pamukta da artan kopça kullanım ömrü birlikte, 1 kg iplik üretimi için gerekli enerji miktarının da arttığı 3 enerji ölçüm ve analizinde de görülmüştür. Fakat artış miktarı daha sınırlı kalmıştır. Birinci ve yedinci günler arasındaki enerji %4,89 ile %6,46 arasında artış göstermiş olup, ortalama olarak %5,38'lik bir enerji artışı gözlemlenmiştir. Bu artış suni/sentetik elyafta görülen

artışın hemen hemen yarısıdır. Suni/sentetik elyafın kopça üzerindeki ısı yükünü uzaklaştırılmasında pamuğa göre daha kötü olması ve de suni/sentetik elyaf üzerinde bulunan kimyasalların kopçada aşındırıcı bir davranış sergilemesi, sentetik/suni elyaf da enerji artışının pamuğa göre daha yüksek olmasına sebebiyet verdiği düşünülmektedir.

Daha uzun kopça kullanım sürelerinde enerji tüketiminin nasıl değiştiğini gözlemlemek adına, Analiz II’de ilk 7 günü verilen enerji ölçümüne 13 gün boyunca devam edilmiştir. Analiz sonuçları Şekil 5.7.’de verilmektedir.



Şekil 5.7. Kopça Kullanım Ömrünün Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz III

Yapılan analiz sonucunda; kopça kullanım ömrünün artmasıyla birlikte, enerji tüketiminin 8 ve 13. günler arasında da artmaya devam ettiği ve artış oranının

1-7 gün arasındaki ortalama artış oranıyla hemen hemen yakın seyrettiği gözlemlenmiştir.

1. ve 13. günler arasındaki enerji artışına baktığımızda ise; ortalama olarak %9,67'lik bir artış olduğu görülmüştür. Pamukta 13. günün sonundaki artışın suni/sentetik elyaftaki 7. gündeki artışı yakalayamadığı görülmüştür. Bu da suni/sentetik elyaf çalışan iplik tesislerinin kopça değişimini pamuk çalışan tesislerine göre daha erken yapmasını destekler bir bulgudur.

Kopça kullanım ömrünün enerji tüketimi üzerindeki ciddi etkisini daha hassas olarak görebilmek adına ilave bir enerji ölçümü daha yapılmıştır. Kopça kullanım ömrünün değişmesinin, ana iğ motorunun enerji tüketimini değiştirecek olması ve de diğer motorların enerji tüketimlerinde oluşma ihtimali (düşükte olsa) olan dalgalanmaların önüne geçip, bunların enerji ölçümünün hassasiyetini etkilememesi adına, enerji ölçüm analizörü iğ motoru üzerine bağlanarak enerji analizi yapılmıştır. Aynı makine üzerinde yapılan enerji ölçümünde; 15 gün kullanılmış kopça ile yeni değiştirilmiş kopçanın enerji tüketimleri kıyaslanmıştır.

1632 iğli kompakt ring makinesi üzerinde yapılan enerji ölçümleri sırasında, Ne 30 kompakt penye pamuk ipliği, 775,5 T/m bükümde, 19000 d/dak'lık ortalama iğ devrinde üretilmiştir. Gerçekleştirilen 4 ayrı enerji ölçümü, bir takım dolumu boyunca gözlemlenmiştir. İlk 2 ölçüm 15 günlük kopça ile yapılırken, diğer 2 ölçüm ise yeni kopçayla yapılmıştır. Sonuçlar Çizelge 5.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 5.1. Kopça Ömrünün İğ Motoru Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz IV

Ölçüm No	Kopça Ömrü	Takım Süresi (dk)	Üretim (kg)	İplik Numarası (Ne)	Çıkış Hızı (m/dk)	İğ Motorunun Tükettiği Toplam Enerji (kWh)	1 kg iplik için İğ Motorunun Tükettiği Enerji (kWh/kg)	Fark (%)
1	15 gün	118	87.9	30	24.5	93.2	1.061	
2	15 gün	118	87.9	30	24.5	91.6	1.042	
					Ortalama	92.4	1.052	10.7%
3	Yeni	118	87.9	30	24.5	84.4	0.960	
4	Yeni	118	87.9	30	24.5	82.6	0.940	
					Ortalama	83.5	0.950	

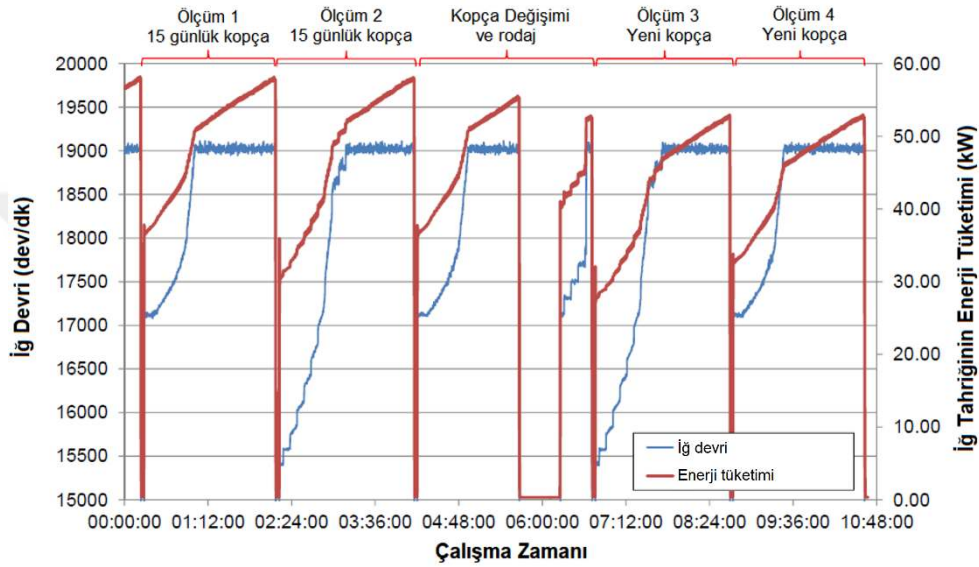
Yapılan ölçümler sonucunda; 15 günlük kopçanın, yeni kopçaya göre iğ motoru enerji tüketimini %10,7 artırdığı görülmüştür. İğ motorunun toplam ring makinesinin enerji tüketiminin %80'nı tükettiğini göz önüne aldığımızda; toplam enerji tüketimi bakımından ilgili artışın %8,5 civarında olduğu söylenebilir. Bu veride, Analiz III'deki sonuçlarla yakınlık göstermektedir.

Kopça kullanım ömrünün artmasıyla birlikte enerji tüketimin artmasının sebebi, kopçanın bilezik ile temas eden bölgelerinde meydana gelen aşınmalardır. Bu aşınmalar ömürle birlikte artmaktadır. Artan aşınma bilezik – kopça arasındaki sürtünmeyi artırmakta ve bu da iğ motoru üzerine binen yükte önemli seviyede artışa neden olmaktadır. 15 günlük kopçalarda, bilezik yüzeyine temas eden bölgede oluşan aşınmayı görebilmek için dijital mikroskop altında fotoğraflamalar yapılmıştır. Aşınmalar Şekil 5.8.'de görülmektedir.



Şekil 5.8. Kopça Üzerinde Meydana Gelen Aşınmalar

Detayları Çizelge 5.1.’de verilen enerji ölçümlerinde ayrıca 1 takım dolumu boyunca iş devir eğrisine göre enerji tüketiminin (sadece iş motoru) nasıl değiştiği de gözlemlenmiş ve analiz sonuçları Şekil 5.9.’da verilmiştir.



Şekil 5.9. İş Devir Eğrisine Göre Enerji Tüketim Değişimi – Kopça Ömrüne Göre Farklılıkları – Analiz IV

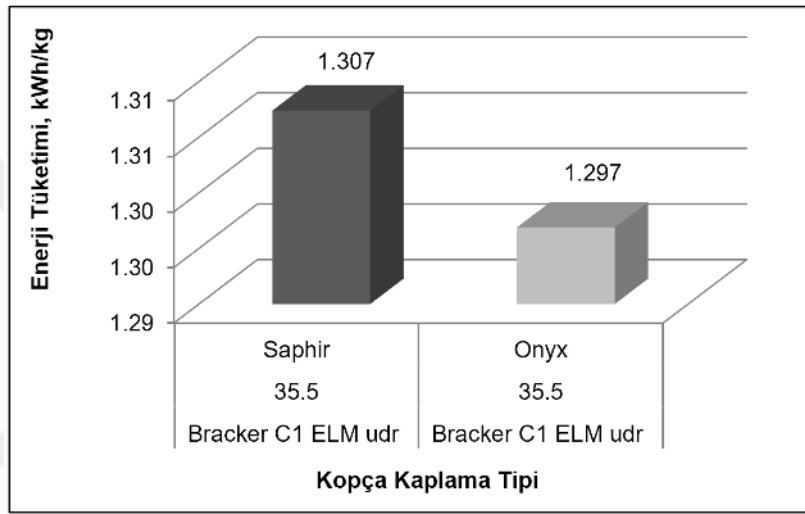
5.1.1.3. Kopça Kaplamasının Enerji Tüketimine Etkisi

Kopçanın çalışma performansını ve kullanım ömrünü etkileyen önemli faktörlerden birisi olan kopça kaplamasının enerji tüketimine etkisini görebilmek adına 2 farklı enerji ölçümü gerçekleştirilmiştir.

Yapılan ilk enerji kıyaslaması, 1632 iğli kompakt ring makinesinde, Ne 30 numara, 776 T/m bükümlü %100 penye pamuk ipliği için 19500 d/dak’lık ortalama iş devrinde gerçekleştirilmiştir. 35,5 mg ağırlığında, aynı sağlayıcının C1 ELM udr tipi kopçalarında Saphir ve Onyx tipi kaplamaların enerji tüketimleri analiz edilmiştir. Her iki kopça kaplama tipiyle yapılan ölçümler aynı ring makinesinde yapılmış olup, 1 gün boyunca ölçüm alınmıştır. Ölçüm akım trafolarıyla yapılmıştır ve kıyaslanan her 2 kopçanın aynı kopça ömründe (4 günlük kopça) olmasına dikkat

edilmiştir. Diğer tüm faktörler ölçümler esnasında sabit tutulmuştur. Analiz sonuçları Şekil 5.10.’da gösterilmektedir.

Kopça Tipi	Kopça Ağırlığı (mg)	Kopça Kaplama Tipi	Enerji Tüketimi (kWh/kg)	Fark (%)
Bräcker C1 ELM udr	35.5	Saphir	1.30739	
Bräcker C1 ELM udr	35.5	Onyx	1.29689	-0.80%



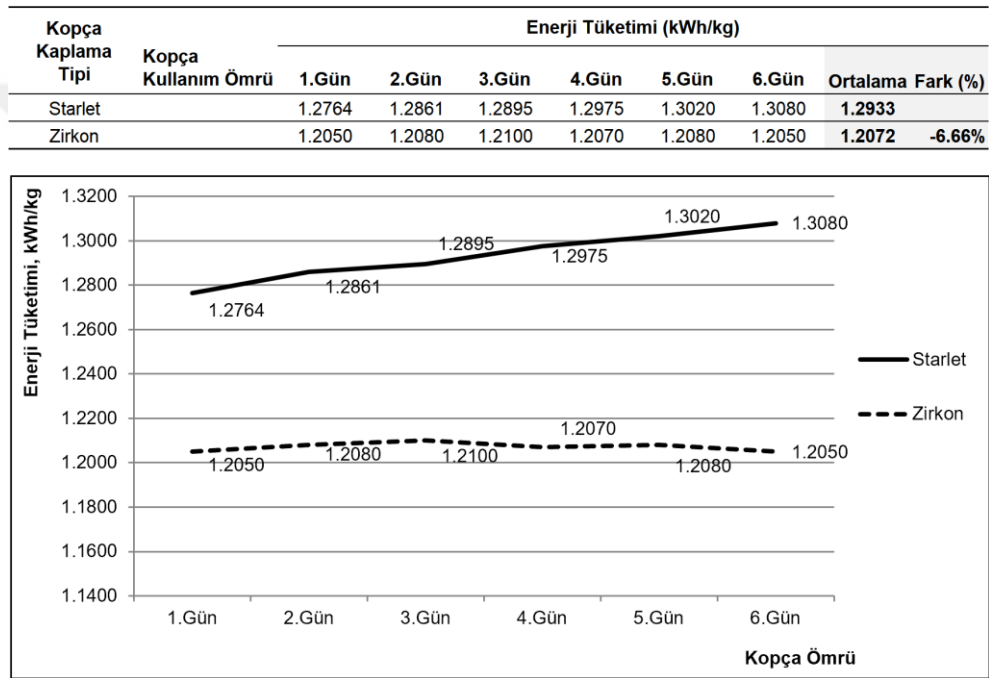
Şekil 5.10. Kopça Kaplama Tipinin Enerji Tüketimine Etkisi – Saphir & Onyx

Yapılan bu enerji analizi ve kıyaslaması sonucunda; 1 kg iplik üretiminde “Onyx” tipi kopça kaplamasının “Saphir” tipi kaplamaya göre %0,8’lik bir enerji tasarrufu sağladığı gözlemlenmiştir.

“Onyx” ve “Saphir” kopçaların sertlik seviyesi arasındaki farkın büyük olmaması ve aşınma dayanımı konusunda birbirlerine çok yakın bir davranış sergileyip, enerji tüketim farkının %1’in de altında çıkmasından dolayı diğer enerji analizi sertlik ve aşınma dayanımı konusunda diğer tüm kopça kaplama tiplerine göre çok daha iddialı olan “Zirkon” ile yapılmıştır.

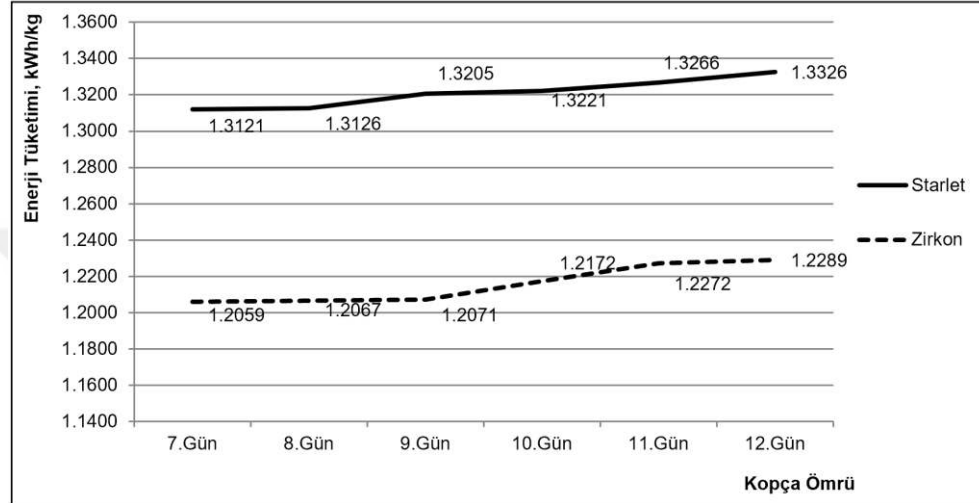
“Zirkon” kaplamanın “Starlet” kaplama ile kıyaslandığı enerji ölçümleri bir önceki ölçümde olduğu üzere; 1632 iğli kompakt ring makinesinde

yapılmıştır. Ne 30 numara, 775 T/m bükümlü %100 penye pamuk ipliğinde gerçekleştirilen enerji ölçümlerinde ortalama iğ devri 19500 d/dak olarak ayarlanmıştır. Ring makinesi üzerine entegre akım trafolarıyla yapılan enerji ölçümleri her iki kopça kaplaması için 12 gün boyunca gerçekleştirilmiştir. Yapılan analiz sonuçları Şekil 5.11. ve 5.12.’de verilmektedir.



İlk 6 günlük enerji tüketim ortalamalarına baktığımızda (Şekil 5.11.); Zirkon kaplamalı kopçanın, Saphir kaplamalı olana göre %6,66 enerji tasarrufu sağlamaktadır. Son 6 günlük enerji tüketim kıyaslamasını yaptığımızda (Şekil 5.12.) ise, Zirkon’un Starlet’e göre enerji tasarruf avantajını artırarak devam ettirdiği ve ortalama farkın Zirkon lehine %8’e ulaştığı görülmektedir.

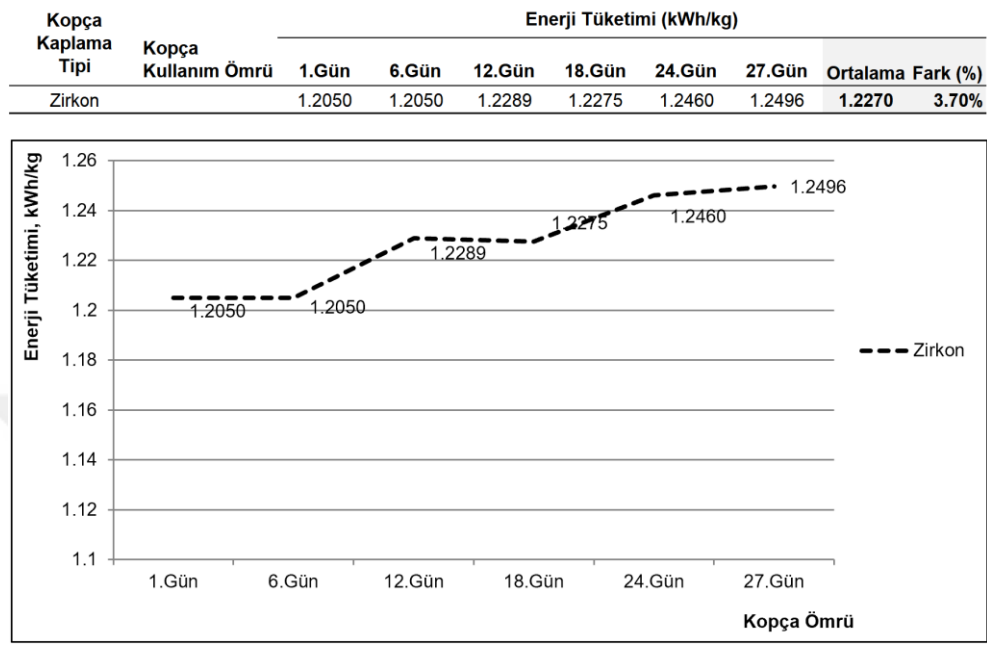
Kopça Kaplama Tipi	Kopça Kullanım Ömrü	Enerji Tüketimi (kWh/kg)						Ortalama Fark (%)
		7.Gün	8.Gün	9.Gün	10.Gün	11.Gün	12.Gün	
Starlet		1.3121	1.3126	1.3205	1.3221	1.3266	1.3326	1.3211
Zirkon		1.2059	1.2067	1.2071	1.2172	1.2272	1.2289	-7.99%



Şekil 5.12. Kopça Kaplama Tipinin Enerji Tüketimine Etkisi – Starlet & Zirkon - 2

Zirkon kaplamalı kopçaların, Titan bileziklerin sertliğinden daha yüksek bir sertlik derecesine sahip olmasından dolayı kopça üzerindeki aşınmanın daha geç olduğu ve düşük sürtünme katsayısı sayesinde daha düşük bir sürtünme kuvveti elde edildiği ve böylelikle iğ motoru üzerinde oluşan yükün nispeten azalarak enerji tüketiminin düşük olmasını sağladığı düşünülmektedir.

Ayrıca bu özelliği sayesinde, kopça ömrü boyunca enerji tasarrufu avantajını koruyabilmektedir. 27 gün boyunca aynı Zirkon kaplamalı kopça ile devam ettirilen analizlerde 27. gün sonunda söz konusu kopçanın ilk günkü enerji tüketiminden sadece %3,7 daha fazla enerji tükettiği gözlemlenmiştir. Diğer kopça kaplamalarının 4-8. Gün sonrasında ulaştığı enerji artış yüzde oranlarına Zirkon kaplamalı kopça 27. Gün sonunda ulaşmıştır (Şekil 5.13).



Şekil 5.13. Kopça Kaplama Tipinin Enerji Tüketimine Etkisi – Zirkon

Daha ziyade kompakt iplikçilik için geliştirilmiş Zirkon kopçalar yeni seramik kaplamaya sahiptir. Konvansiyonel kopçalara göre 3 kat daha uzun kullanım ömrüne ulaşabilmektedir (Bräcker, 2019). Daha uzun ömre ulaşabilmesi, bilezik üzerinde çalışırken aşınmasının geç olduğuna dair destekleyici bir kanıt olarak düşünülebilir.



Şekil 5.14. Zirkon Kaplamalı Kopça (Bräcker, 2019)

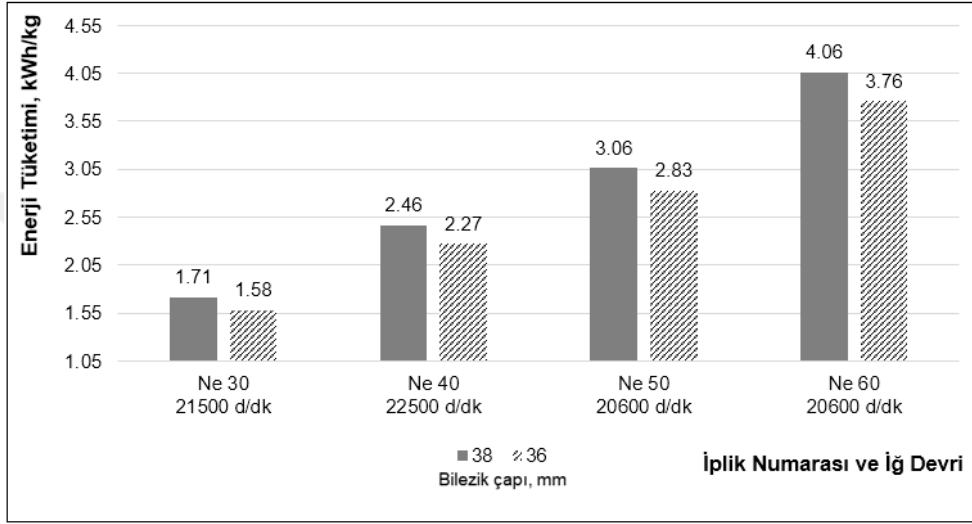
Gerek enerji tüketiminde getireceği ciddi avantajlar, gerekse de çok daha uzun kopça ömürleri ve bu sayede kopça değişiminden kaynaklı üretim kayıplarının minimize edilebilecek olunabilmesinden dolayı Zirkon kaplamalı kopçaların tercih edilmesi olmazsa olmaz düşünülebilir. Fakat yapmış olduğumuz analizler yaklaşık 1 aylık nispeten kısa dönemli analizlerdir. Zirkon kaplamalı kopçaların sertlik seviyesinin yüksek olması ve bunun da orta ve uzun vadede bilezik yüzeyini çizip, sürtünme miktarını artırabilecek olmasından kaynaklı olarak bir süre sonra öngörülenin tam tersi sonuçlarla karşılaşılabilir. Ayrıca çizilmelerden kaynaklı olarak gerekebilecek bilezik değişiminin maliyetli olmasından dolayı dikkatli olunmalıdır.

5.1.2. Bilezik Çapının Enerji Tüketimine Etkisi

Bilezik çapının enerji tüketimine etkisini analiz edebilmek adına, 1824 iğli kompakt ring makinelerinin bulunduğu tesiste, %100 penye pamuk ipliği üretimi esnasında farklı iplik numaralarında ve iplik bükümlerinde kıyaslamalı enerji ölçümleri yapılmıştır.

Yapılan ilk ölçümler, Ne 30, Ne 40, Ne 50 ve Ne 60 numaralarındaki dokuma ($4,0 \alpha_e$) iplikleri için gerçekleştirilmiştir. Masura uzunlukları aynı olan (190

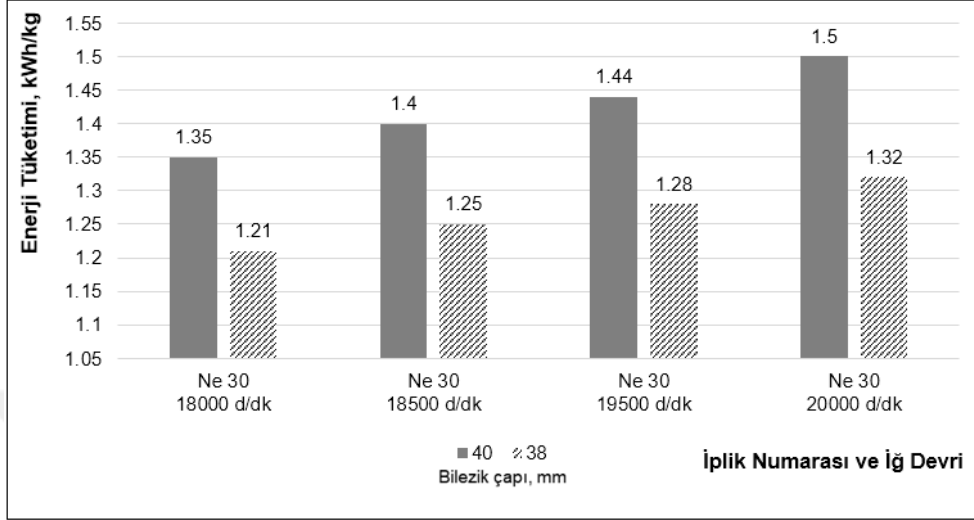
mm), fakat bilezik çapları farklı olan (36 mm ve 38 mm) iki ayrı ring makinesinde gerçekleştirilen her bir enerji ölçümü bir takım dolumu boyunca yapılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki Şekil 5.15.'de verilmektedir.



Şekil 5.15. Bilezik Çapının Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz 1

Yapılan analizler sonucunda; 1 kg iplik üretimi için tüketilen enerji miktarının 38 mm bilezik çapında 36 mm'ye göre %8 civarında daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Benzer diğer bir analiz ise 1632 iğli kompakt ring makinelerinin bulunduğu başka bir tesiste, Ne 30 numara %100 penye pamuk triko (3,5 α_e) iplikleri için gerçekleştirilmiştir. Enerjiyi etkileyecek diğer tüm şartlar sabit tutulmaya çalışılarak gerçekleştirilen bu analizde, 38 mm ve 40 mm bilezik çaplarının enerji tüketimleri, aynı iplik numarasında fakat farklı iğ devirlerinde kıyaslanmıştır. Yine 1 takım dolumu boyunca yapılan her bir enerji ölçümünün sonuçları Şekil 5.16.'da verilmektedir.



Şekil 5.16. Bilezik Çapının Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz 2

Elde edilen veriler ışığında, yine daha geniş bilezik çapının enerji tüketimine sebebiyet verdiği görülmektedir. İş devrine bağlı olarak 40 mm bilezik çapına sahip ring makinesinde üretilen 1 kg iplik için tüketilen enerji miktarının 38 mm bilezik çapına göre %11,57 ile %13,64 daha fazladır. İş devrinin artmasıyla birlikte 40 ve 38 mm bilezikler arasındaki enerji tüketim farkının daha da arttığı elde edilen diğer bir sonuçtur.

Her ne kadar masura boyutları başta olmak üzere diğer tüm faktörler sabit tutulsa da, özellikle geniş bileziğin sağlamış olduğu masura üzerine fazla iplik sarım imkanı, daha ağır bir kops elde edilmesine ve daha ağır bir kütleyi döndürebilmek için ana iş motorunun daha fazla enerji tüketmesine sebep olmuştur.

Bir geniş bileziğin, kopsa %10'un üzerinde iplik sarımına imkan tanınması ve dolayısıyla bobin makinesinde iplik bağlama noktalarının azalması ve aynı zamanda daha fazla iplik sarılabilen kopsların takım dolum süresini yine %10 üzerinde artırarak ring makinesi randımanını iyileştirmesi geniş bileziğin daha yüksek enerji tüketim dezavantajını biraz da olsa hafifletmektedir.

Bu veriler ışığında, tesislerinde çalışılacak iplik numaralarının mümkünse her bir ring makinesi için özelleştirilip, bilezik çapının da buna göre en küçük çaplı olacak şekilde seçilmesi enerji optimizasyonu açısından çok önemlidir.

5.1.3. İğ Tipinin Enerji Tüketimine Etkisi

İğ tipiyle ilgili parametrelerden; iğ boyun çapı ve yatak boyun çapının enerji tüketimine etkisini tez çalışmamız kapsamında da görmek üzere; işletme şartlarında, kompakt ring makinesinde enerji ölçümleri ve kıyaslamaları yapılmıştır.

Enerji ölçümlerinin yapıldığı iki kompakt ring makinesinin bazı teknik özellikleri ise Çizelge 5.2.'de verilmektedir.

Çizelge 5.2. Enerji Ölçümlerinin Yapıldığı Makinelerin Teknik Özellikleri

Teknik Veriler	Makine 1	Makine 2
Makine tipi	Kompakt ring makinesi	Kompakt ring makinesi
Makine üretim yılı	2016	2017
Makinedeki iğ sayısı	1824	1824
Tesisdeki makine no	16	17
İğ motoru kurulu gücü (kW)	80	80
İğ motoru enerji sınıfı	IE3	IE3
İğ tipi	HPS 68/3 Nasa	Lena
İğ boyun çapı	18,5 mm	17,5 mm
İğ yatak dip çapı	3 mm	3 mm
İğ yatak boyun çapı	6,8 mm	5,8 mm
İğ kayış tipi	Habasit W-8	Habasit W-8
Bilezik çapı	36 mm	36 mm
Bilezik tipi	Titan N98	Titan N98
Kopça tipi	Saphir EL - ISO 22,4	Saphir EL - ISO 22,4
Kopça ömrü	6 gün	7 gün
Masura boyu	180 mm	180 mm

Enerji analizörü ile yapılan ölçümlerde; farklı iğ tiplerine sahip iki kompakt ring eğirme makinesinde, bir takım dolum süresi boyunca enerji analizi gerçekleştirilmiştir. İğ tipi, iğ boyun çapı ve iğ yatak boyun çapı dışında enerji tüketimini etkileyecek tüm diğer faktörler sabit tutulmaya çalışılmıştır.

Her iki enerji ölçümü sırasında, aynı fitil bobinleri kullanılarak Ne 60 numara, 1280 T/m bükümlü kompakt penye ring iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Her iki makine içinde geçerli olmak kaydıyla; 22000 d/dak maksimum, 21496 d/dak ortalama iğ devirlerinde üretim yapılmıştır. Üretim esnasında kullanılan çekim miktarı 49,5 kat olup, Avrupalı bir sağlayıcının Saphir EL - ISO 22,4 (10/0) kopça tipi kullanılmıştır. Makine 1'deki ölçümlerde 6 günlük kopça kullanırken, Makine 2'deki ölçümlerde 7 günlük kopça kullanılmıştır.

İki enerji ölçümünde de bir takım dolumu boyunca (272 dakika) yapılan üretim hesaplanmış ve söz konusu bu üretim için tüketilen elektrik enerji verisi üç fazlı enerji analizöründen alınmıştır. Tüketilen toplam enerji, toplam üretime oranlanarak; 1 kg iplik üretimi için gerekli enerji miktarları hesaplanmış ve kıyaslanmıştır.

Yapılan kıyaslamalı enerji ölçümleri sonucunda; 1 kg iplik üretimi için HPS 68/3 Nasa tipi iğın bulunduğu Makine 1'in 3,90 kW, Lena tipi iğın bulunduğu Makine 2'nin ise 3,72 kW enerji tükettiği tespit edilmiştir. Yani iğ boyun çapının 18,5 mm'den 17,5 mm'ye ve yatak boyun çapının 6,8 mm'den 5,8 mm'ye düştüğü Lena iğlerin, 1 kg iplik üretimi için gerekli enerjide %4,61'lik bir tasarruf sağladığı görülmüştür. Sonuçlarla ilgili detaylar Çizelge 5.3.'de verilmektedir.

Çizelge 5.3. İki Farklı İğ Tipinde Yapılan Enerji Tüketim Kıyaslama Sonuçları

Teknik Veriler	Makine 1	Makine 2
İplik numarası	Ne 60	Ne 60
Büküm	1280 T/m (αe 4,20)	1280 T/m (αe 4,20)
Maksimum iğ devri	22000 dev/dak	22000 dev/dak
Ortalama iğ devri	21496 dev/dak	21496 dev/dak
Takım dolum süresi	272 dakika	272 dakika
1 Takımdaki üretim miktarı	76,426 kg	76,097 kg
1 Takımdaki enerji tüketimi	298 kW	283 kW
1 kg iplik için tüketilen enerji	3,90 kW/kg	3,72 kW/kg

Ayrıca kopça ömrünün Lena tipi iğ aleyhine bir gün daha uzun olduğu ve bununla enerji tüketimini %0,6-0,8 civarı negatif etkileyebileceği düşünüldüğünde; Lena için enerji tasarrufunun aynı kopça ömründe %5,2 – 5,4 civarında olabileceği söylenebilir.

İğ tipinin enerji tüketimini ciddi oranlarda etkilediği yapılan bu çalışma dahilinde ispatlanmıştır. Özellikle iğ boyun çapının enerji tüketimine etkisi önemlidir. Ana iğ motoru tarafından sağlanan iğ tahriki, aktarma organlarıyla iğ ulaşmaktadır. En son aşamada tahrik, iğ kayışından iğın boynuna aktarılmaktadır. Bu bakımdan boyun çapının düşmesiyle birlikte aynı iğ devirlerine, daha düşük kasnak hızlarında ulaşılabilmekte ve ana iğ motoru daha düşük devirlerde daha düşük enerji tüketmektedir.

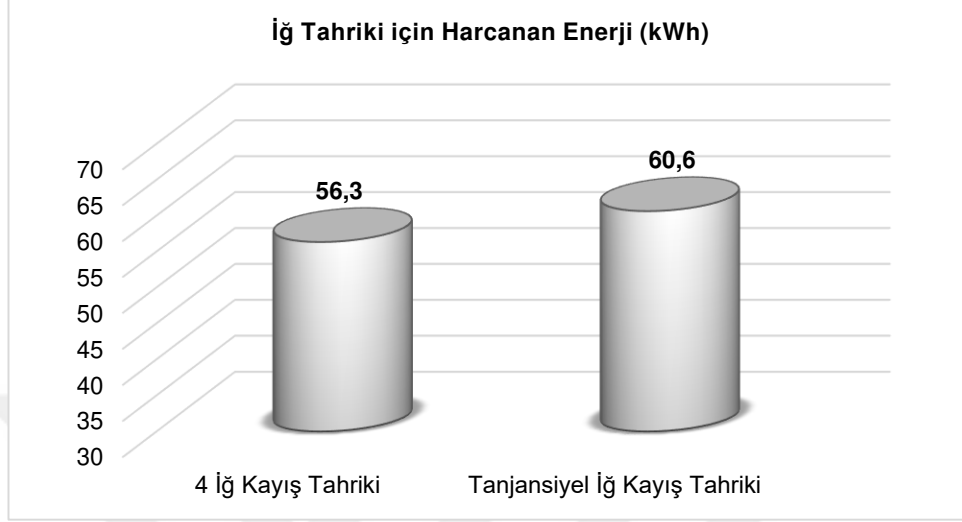
Bu detaylar ışığında, ring makinelerinin ekonomik çalışma süresi olan 15-20 yılda göz önüne alınarak; çalışılacak iplik numarasına göre, mümkün olan en düşük boyun çapına sahip iğ tipinin yatırım esnasında tercih edilmesinin, üreticiye çok ciddi enerji tasarrufu sağlayacağı sonucuna varılabilir.

5.1.4. İğ Tahrik Sistemi Tipinin Enerji Tüketimine Etkisi

Günümüzde ticari olarak en çok kullanılan dört iğ kayış tahriki ve teğetsel iğ kayış tahrikinin enerji tüketimine etkisini pratik şartlarda da görebilmek adına enerji ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Kompakt ring iplik eğirme makinelerinde gerçekleştirilen enerji ölçümlerinde sadece iğ motorunun enerji tüketimi ölçümlenmiştir. Ne 30 numara ve 775 T/m büküme sahip penye pamuk ipliği için gerçekleştirilen enerji ölçümlerinde; dört iğ kayış tahrikine sahip 1824 iğli ve teğetsel iğ kayış tahrikine sahip 1968 iğli kompakt ring iplik makineleri arasında kıyaslama yapılmıştır. Yapılan kıyaslamalarda her iki makinenin de bir takım dolumu boyunca tükettiği enerji 2 kez ölçümlenip, ortalamaları alınmıştır.

Analizler sonucu; teğetsel iğ kayış tahrikine sahip 1968 iğli makinenin iğ motoru 65,4 kWh enerji tüketirken, 4 iğ kayış tahrikine sahip 1824 iğli makinenin iğ motoru 56,3 kWh enerji tükettiği görülmüştür. İğ sayıları arasındaki farktan dolayı oluşan durumu eşitlemek adına; 1968 iğli makinenin iğ motorunun enerji tüketimini 1824 iğli indirgediğimizde 60,6 kWh enerji tüketimine ulaşmaktayız. Bu çerçevede elde edilen veriler Şekil 5.17.'de gösterilmektedir.



Şekil 5.17. İğ Tahrik Sisteminin Enerji Tüketimine Etkisi

İlgili verilerden yola çıkılarak teğetsel iğ kayış tahrikinin, dört iğ tahrikine göre %7,63 daha fazla enerji tükettiği söylenebilir. İğ tahrikine harcanan enerji tüketiminin toplam makine enerjisinin yaklaşık %80'nı olduğu düşünüldüğünde ise; 1 kg iplik üretimi için teğetsel iğ kayış tahrikinin, dört iğ tahrikine göre yaklaşık %6 daha fazla enerji tüketimine sahip olacağı sonucuna varılabilir.

Bu sonuçlar farklı iplik numaralarında değişiklik gösterebilir. Bununla birlikte ilgili değişkenin enerjide yaratacağı etkiyi farklı tesislerde ve farklı iplik numaralarında ölçümlemek, analiz sayısını artırmak pratikte çok meşakkatli olmasından dolayı ne yazık ki mümkün olamamıştır. Yukarıda detaylandırılan ölçüm dışında ilave bir analiz yapılamamıştır.

Sadece bu konuya odaklanabilecek bundan sonraki çalışmalarda pratikte ölçüm sayısı artırılabilir ya da laboratuvar şartlarında ilgili durumu modelleyebilecek teçhizatlar üzerinde detaylı analizler yapılabilir.

5.1.5. İğ Yağı Tipinin Enerji Tüketimine Etkisi

İğ yağ tipinin/markasının enerji tüketimine etkisini görmek üzere iki farklı tesiste enerji ölçümleri yapılmıştır.

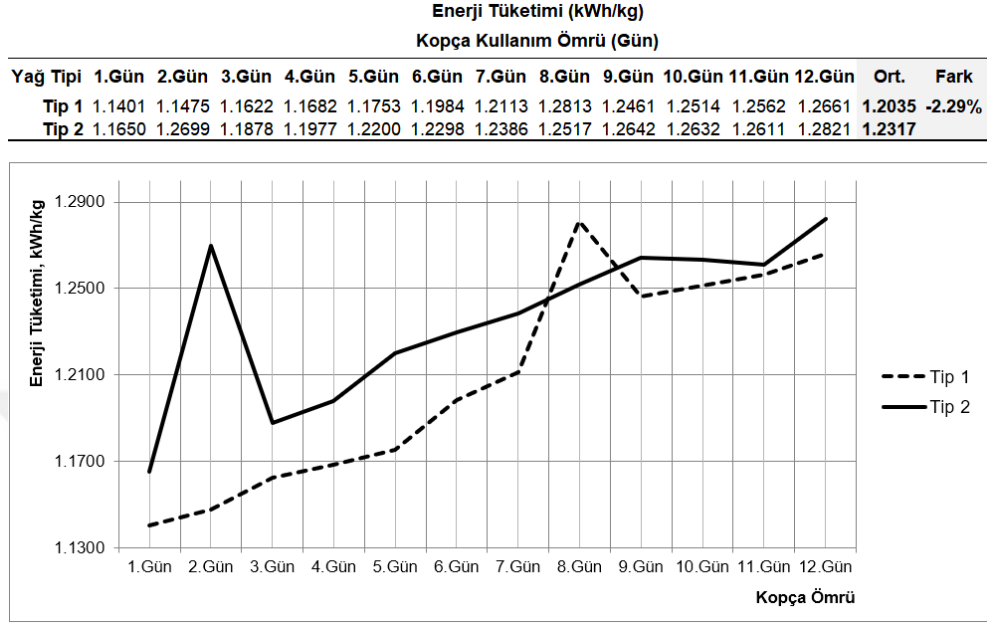
İlk tesiste, 1632 iğli kompakt ring makinesinde enerji tüketimleri analiz edilmiştir. Ölçümler Ne 30 numara ipliğin 750 T/m bükümde, 18500 d/dak ile üretilmesi sırasında gerçekleştirilmiştir. Enerjiyi etkileyebilecek diğer şartlar olabildiğince sabit tutulmaya çalışılmıştır. Enerji tüketimi, entegre akım trafoları ile 9 ve 12 günlük kopça ömrü boyunca izlenmiştir.

İlk enerji ölçümünde aynı üreticiye ait iki farklı iğ yağında enerji ölçümleri yapılmıştır. İğ yağları ‘Yağ Tipi 1’ ve ‘Yağ Tipi 2’ olarak adlandırılmıştır. İkinci enerji ölçümünde ise, iki farklı üreticiye ait iğ yağları kullanılarak enerji kıyaslaması yapılmıştır. Bu ölçümde ‘Yağ Tipi 1’ ve diğer üreticinin ‘Yağ Tipi 3’ olarak adlandırılan iğ yağı kıyaslanmıştır. Enerji kıyaslamasında kullanılan yağ tiplerinin bazı özelliklerini gösterir Çizelge 5.4. aşağıda verilmektedir. ‘Yağ Tipi 3’ yeni üretilmiş bir yağ olup, bazı özellikleri üretici firma tarafından paylaşılacak istenmemiştir.

Çizelge 5.4. Enerji Kıyaslaması Yapılan İğ Yağlarının Bazı Özellikleri - Analiz 1/2

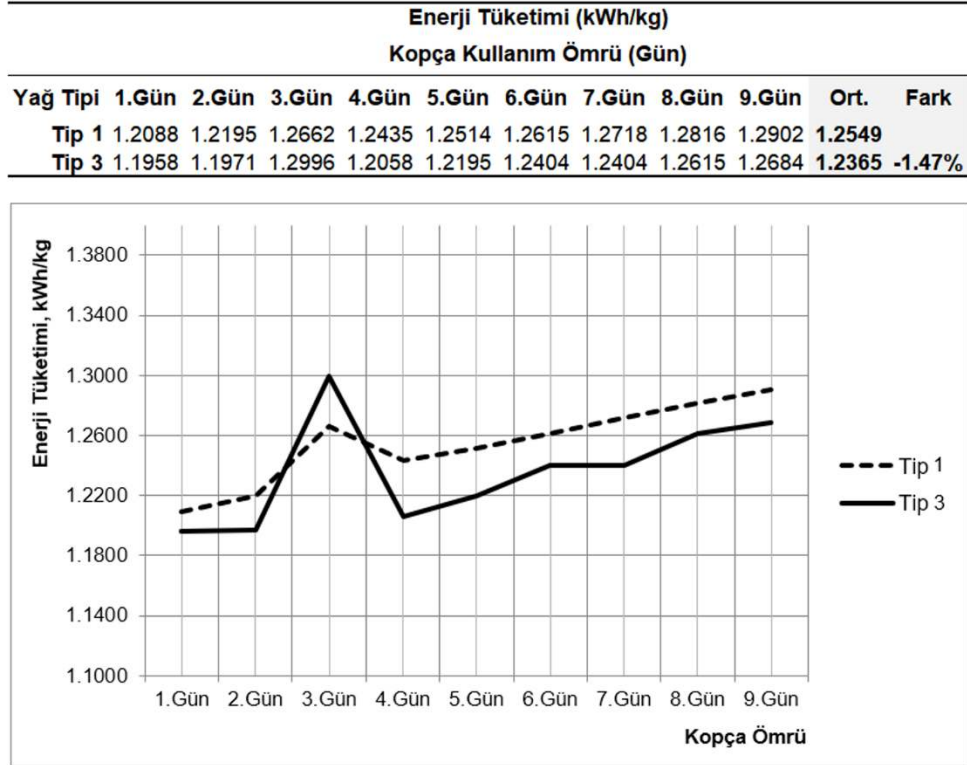
Yağ Özellikleri	Yağ Tipi 1	Yağ Tipi 2	Yağ Tipi 3
ISO VG,	10	10	10
Viskozite, ASTM D445			
cSt @ 100°C	2.7	2.62	Bildirilmedi
cSt @ 40°C	10	10	Bildirilmedi
Akma Noktası, °C, ASTM D97	-30	-15	Bildirilmedi
Alev Alma Noktası, COC, ASTM D92	174	180	Bildirilmedi

Şekil 5.18.’de detayları verildiği üzere; aynı üreticini iki farklı yağ tipiyle yapılan ilk enerji ölçümünde Yağ Tipi 1’in Yağ Tipi 2’ye göre 12 günlük enerji analizinde ortalama %2,29 daha az enerji tüketimi sağladığı gözlemlenmiştir. Söz konusu düşük enerji tüketiminin 8. gün dışındaki tüm günlerde olduğu tespit edilmiştir. 8. gün ise Tip 1 yağ ile yapılan denemelerde makine randımanının düşmesi enerji tüketiminin artmasına sebebiyet vermiştir.



Şekil 5.18. İğ Yağ Tipine Göre Enerji Tüketim Analizi – 1

Farklı iki üreticini iki farklı yağ tipiyle yapılan ikinci enerji ölçüm ve analizinin sonuçları Şekil 5.19.'da verilmektedir. Analiz sonuçlarında göre; Yağ Tipi 3'ün Yağ Tipi 1'e göre 9 günlük ortalamada %1,47 daha az enerji tükettiği tespit edilmiştir. Bazı günler enerji tüketiminde oluşan sapmaların makine randımanlarının düşüşü ve iplik kopuşlarının artışından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 5.19. İğ Yağ Tipine Göre Enerji Tüketim Analizi - 2

Birinci tesiste yapılan akım trafoları ile yapılan iki enerji analizine ilaveten diğer bir tesiste harici enerji analizörü kullanılarak enerji ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler 1824 iğ'e sahip olan aynı kompakt ring makinesi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Enerji ölçümleri sırasında, Ne 40 kompakt penye pamuk ipliği, 1070 T/m bükümde, 24000 d/dak'lık maksimum iğ devirlerinde üretilmiştir. Kopça ömrünün enerji tüketimine etkisini kıyaslamalarda ortadan kaldırmak adına her yağ değişimi öncesi kopçalar (aynı tip) sıfırlanmıştır. İlk adımda A tipi yağ ile yeni dolum yapılmış ve yağ değişimi sonrası 6 takım dolumu boyunca enerji ölçümü yapılmıştır. İkinci adımda ise, iğlere yeni B tipi iğ yağı basılmıştır ve yine 6 takım dolumu boyunca enerji ölçümlenmiştir.

Kullanılan iğ yağlarının özellikleri Çizelge 5.5.'de, enerji analiz sonuçları da Çizelge 5.6.'da verilmektedir.

Çizelge 5.5. Enerji Kıyaslaması Yapılan İğ Yağlarının Bazı Özellikleri – Analiz 3

Yağ Özellikleri	Yağ Tipi A	Yağ Tipi B
ISO Viskozite Sınıfı	10	10
Viskozite, ASTM D445		
cSt @ 100°C	2.3	Bildirilmedi
cSt @ 40°C	10	Bildirilmedi
Akma Noktası, °C, ASTM D97	-30	Bildirilmedi
Alev Alma Noktası, COC, ASTM D92	150	Bildirilmedi

Çizelge 5.6. İğ Yağ Tipine Göre Enerji Tüketim Analizi - 3

İğ Yağı Tipi	Takım Dolum No	Takım Süresi (saat)	İplik Üretimi (kg)	Enerji Tüketimi (kWh)	1 kg İplik için Tüketilen Enerji (kWh/kg)	Yeni A - B Arasındaki Fark (%)
Yağ A - Yeni dolum	Takım 1	1.99	65.70	170.53	2.596	
Yağ A - Yeni dolum	Takım 2	1.99	65.50	170.10	2.597	
Yağ A - Yeni dolum	Takım 3	2.00	65.50	169.76	2.592	
Yağ A - Yeni dolum	Takım 4	1.99	65.50	169.05	2.581	
Yağ A - Yeni dolum	Takım 5	1.99	65.00	168.00	2.585	
Yağ A - Yeni dolum	Takım 6	2.00	64.90	168.09	2.590	
Yağ Tipi A Ortalama Değerler		1.99	65.35	169.26	2.590	-0.62%
Yağ B - Yeni dolum	Takım 1	2.00	65.50	171.62	2.620	
Yağ B - Yeni dolum	Takım 2	N/A	N/A	N/A	N/A	
Yağ B - Yeni dolum	Takım 3	1.99	65.50	170.30	2.600	
Yağ B - Yeni dolum	Takım 4	2.00	65.30	170.59	2.610	
Yağ B - Yeni dolum	Takım 5	2.00	65.50	170.35	2.600	
Yağ B - Yeni dolum	Takım 6	2.03	65.50	170.01	2.600	
Yağ Tipi B Ortalama Değerler		2.00	65.46	170.57	2.606	

Yukarıdaki Çizelge 5.6.'dan görüleceği üzere; A yağ tipinin B yağ tipine göre 1 kg iplik üretiminde %0,62 daha az enerji tüketimi sağladığı tespit edilmiştir.

Yapılan çalışma ve enerji ölçümleri neticesinde; 1 kg iplik üretimi için ring makinesinde gerekli enerji tüketiminin, iğ yağ tipine %0,6-2,3 arasında

değiştirdiği görülmüş ve doğru yağ seçiminin enerji tüketimi optimizasyonu konusunda dikkate değer bir yere sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte iğ yağ değişiminin pratik üretim şartlarında hassas yapılamaması, özellikle dolum seviyelerinin kıyaslanan her iki yağ tipi için kesin olarak aynı olduğunun tespitinin imkânsız olmasından dolayı, daha doğru sonuçların laboratuvar şartlarında yapılması tavsiyesinde bulunmaktadır.

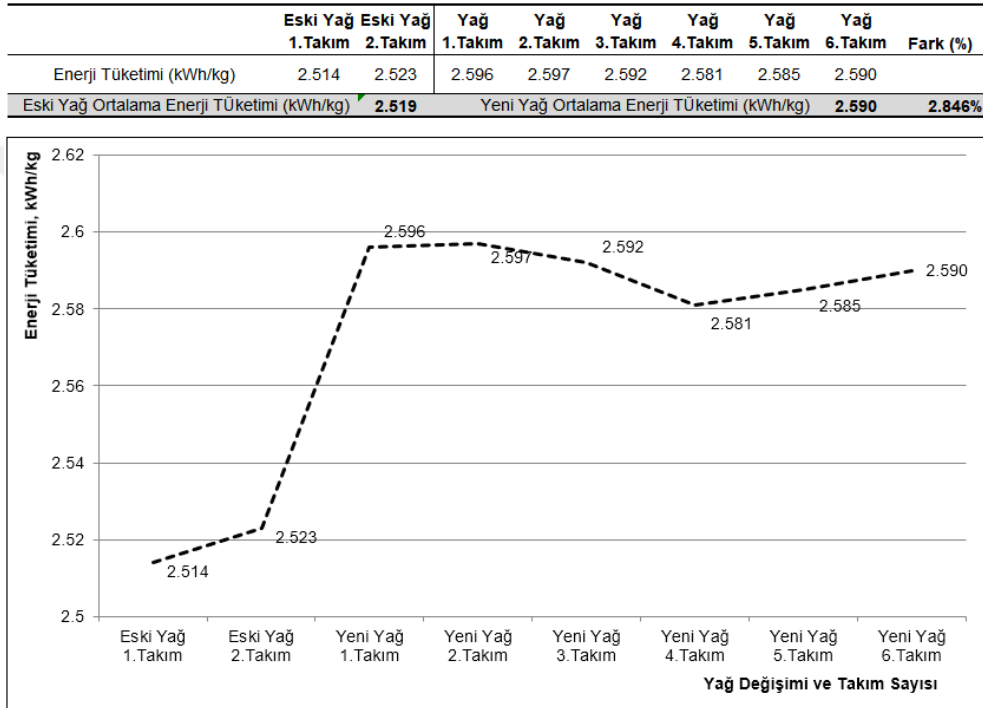
5.1.6. İğ Yağı Dolum Miktarının Enerji Tüketimine Etkisi

İğ yağı dolum miktarının enerji tüketimine etkisini görmek için tez çalışması kapsamında 2 farklı tesiste 2 ayrı enerji ölçümü yapılmıştır. Ölçümlerin yapıldığı ring makinelerinde 1632 – 1824 iğ olduğu düşünüldüğünde, pratik şartlarda her iğ yatağına basılan yağ miktarının cm^3 olarak ölçümünün mümkün olmaması ve yağ dolum işlemini gerçekleştiren mevcut cihazların dolum miktarını ayarlayabilmekte hassas olmamasından kaynaklı olarak çok hassas bir kıyaslama yapılamamaktadır.

Normal üretim yapan tesislerde yani pratik üretim şartlarında kıyaslama yapabilmek adına analiz süreci biraz farklı ele alınmıştır. Bölüm 3.2.1.6’da belirtilen bilgilerden yola çıkılarak; 2 ay önce dolumu yapılmış yağın miktarının çalışma etkisiyle olması gereken doğru seviyeye çok yakın olduğu kabulü öncelikle yapılmıştır. Bu kabul çerçevesinde enerji ölçümleri yapılmıştır. Sonrasında aynı iğ yağının yenisiyle değişim gerçekleştirilmiştir. Cihazla yapılan dolum sonrası, yağ çubuğuyla yapılan kontrollerde, hemen hemen her iğ yatağında yağ seviyesinin maksimum seviyeye çok yakın olduğu görülmüştür. Doğru seviyenin üzerinde olan iğ yağı seviyesiyle de enerji ölçümleri yapılmıştır.

Tüm bu enerji ölçümleri, 1824 iğ sahip olan aynı kompakt ring makinası üzerinde gerçekleştirilmiştir. Enerji ölçümleri sırasında, Ne 40 kompakt penye pamuk ipliği, 1070 T/m bükümde, 24000 dev/dakikalık maksimum iğ devirlerinde üretilmiştir. Enerji tüketimini etkileyecek diğer tüm şartlar sabit tutulmaya çalışılmıştır.

Enerji analizörü ile gerçekleştirilen ölçümler, yaklaşık 2 saat süren birer takım dolumu boyunca gerçekleştirilmiştir. Yağ değişimi öncesi 2 takım dolumu boyunca, yağ değişimi sonrası 6 takım dolumu boyunca enerji ölçümü yapılmıştır. Sonuçlar Şekil 5.20.'de verilmektedir.



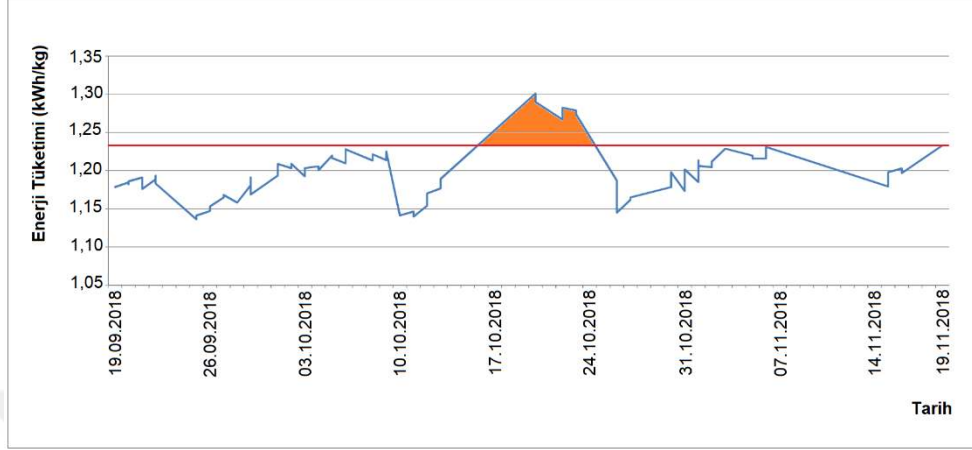
Şekil 5.20. Yağ Dolum Miktarına Göre Enerji Tüketimi Değişimi

Yukarıdaki Şekil 5.20.'den de görüleceği üzere; yağ tipinin aynı olmasına rağmen yağ değişimiyle birlikte enerji tüketiminde ciddi bir artış meydana gelmiştir. Yağ dolum miktarının doğru seviyelerde olduğu kabul edilen eski yağ ile yapılan enerji ölçümlerinin ortalaması 2,519 kWh/kg olarak analiz edilmiştir. Yağ dolum seviyesi maksimumda olacak şekilde yeniden dolum yapılan durumda ise 1 kg iplik için harcanan ortalama enerji tüketiminin 2,590 kWh/kg'a yükseldiği görülmüştür. %3'e yakın bu artışın sebebi yağ dolum miktarının olması gerekenden fazla olmasıdır. Toplam enerjinin %80'nin iş motoru tarafından tüketildiğini ve de yağ

dolum miktarının iğ motoru enerjisini etkilendiğini esas aldığımızda; iğ motorunun tükettiği enerji miktarının fazla yağ miktarından dolayı %3,5'un üzerinde arttığı söylenebilir.

İğ yağı dolum miktarının, ülkemizde en çok üretilen iplik tiplerinden Ne 30 numara pamuk ipliğinde görebilmek adına, diğer bir firmada 1632 iğli kompakt ring makinesinde enerji ölçümü gerçekleştirilmiştir. 2 ay boyunca entegre enerji analizörleriyle gerçekleştirilen kıyaslamada kopça ömrü dışında tüm diğer faktörler sabit tutulmaya çalışılmıştır.

Aşağıdaki Şekil 5.21.'den de görüleceği üzere; 2 ay boyunca 1 kg iplik üretimi için en yüksek 1,23 kWh/kg'lık enerji tüketilmiştir. Yağ değişimi sonrası bu değer 1,3 kWh/kg'a kadar artmıştır. Yani %5,7'lik bir enerji tüketimi artışı yaşanmıştır. 4 gün içerisinde tepe noktasına ulaşan enerji tüketimi 8 günün sonunda normal değerine dönmeye başlamaktadır. Makine üzerinde de gözlem yaptığımızda iğlerin alt kısımlarında yataklardan taşmış yağ kalıntıları gözlemlenmiştir. Her gün temizlense de 1 haftaya aşkın bir süre boyunca bu yağ kalıntılarına yeniden rastlanmıştır. Buradan hareketle yataktaki fazla yağın, iğün dönüşüyle birlikte dışarıya atıldığı ve yağ miktarının azalmasıyla da enerji tüketiminin normale yakın seviyelere döndüğü söylenebilir.

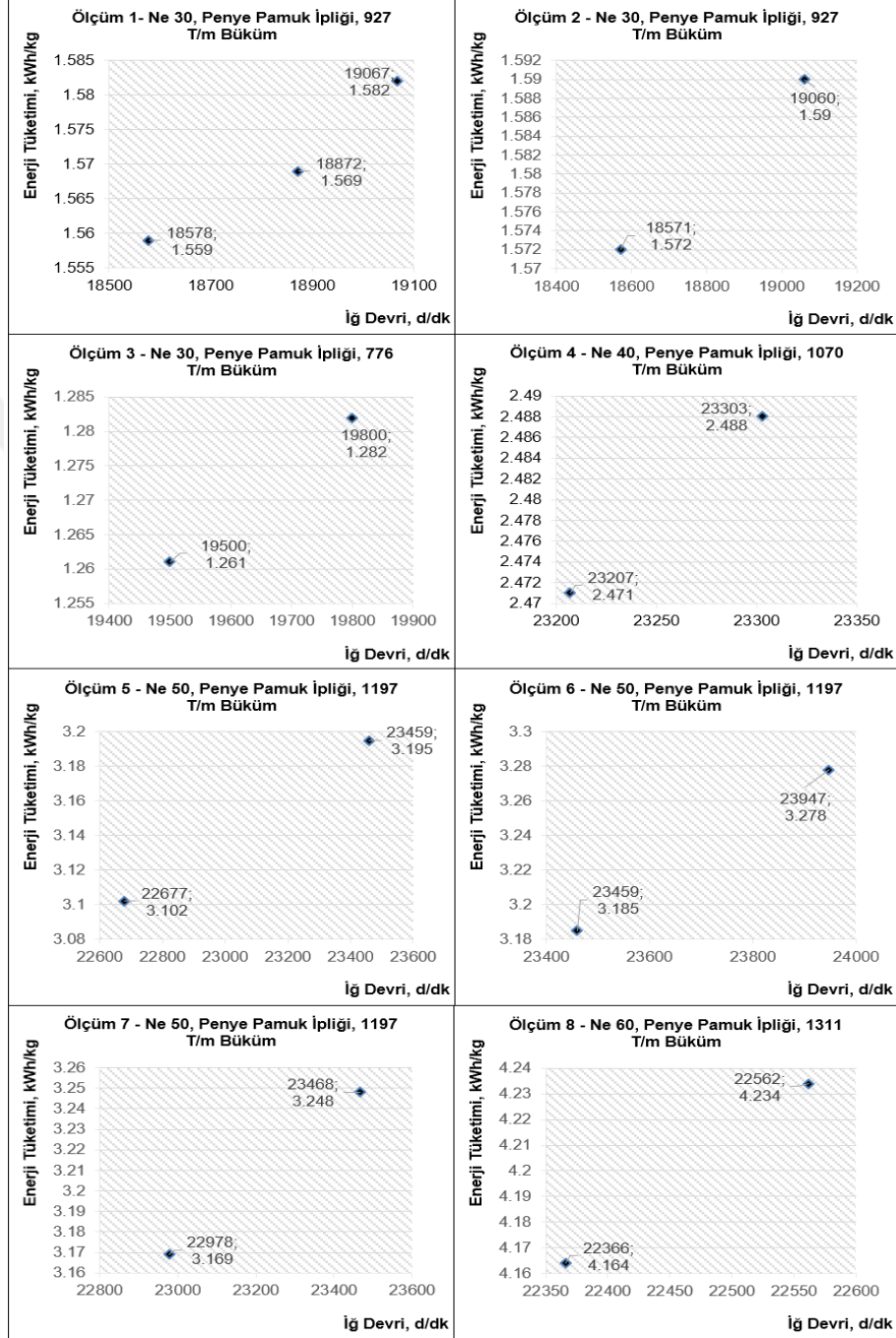


Şekil 5.21. Yağ Dolum Miktarına Göre Enerji Tüketimi Değişimi

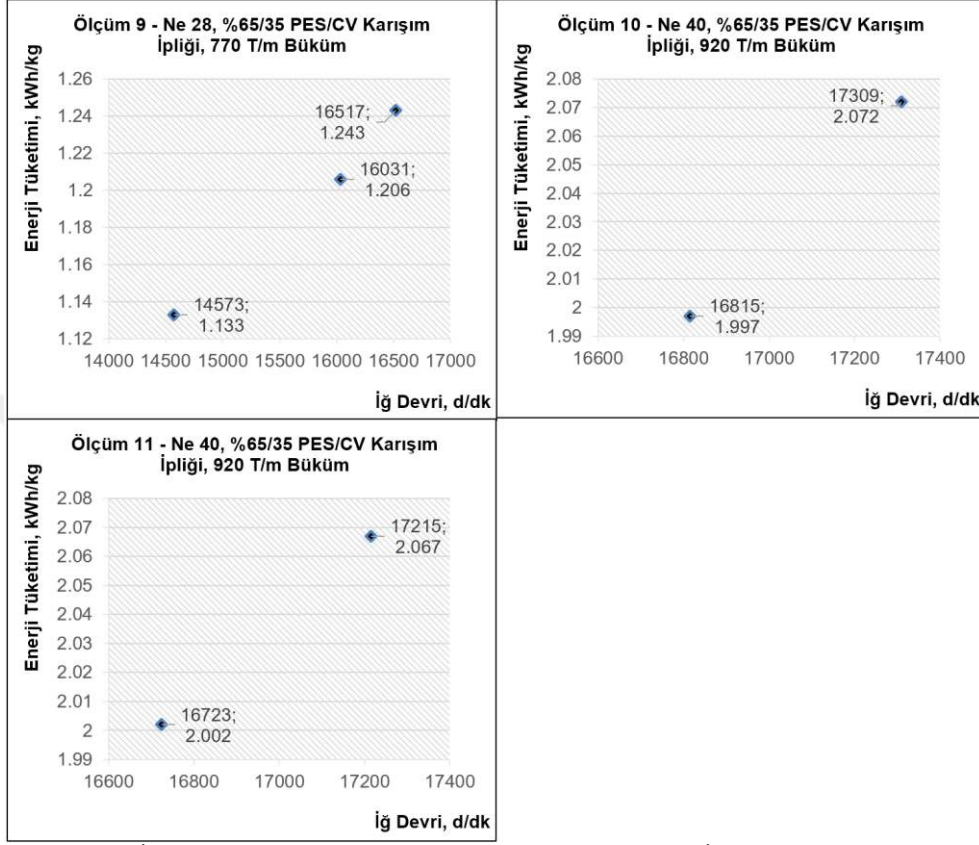
5.1.7. İş Devrinin Enerji Tüketimine Etkisi

İş devrinin enerji tüketimi üzerinde nasıl bir etkisi olduğunu tesis şartlarında görebilmek adına 2 ayrı iplik tesisinde enerji analiz ve kıyaslamaları yapılmıştır. Tesislerin ilkinde penye pamuk ipliğinde, kompakt ring makinesinde analizler yapılırken, diğerinde ise %65/35 Polyester/Viskon karışım ipliğinde, konvansiyonel ring makinesinde analizler yapılmıştır.

Her bir analizde iplik bükümü başta olmak üzere tüm diğer değişkenler sabit tutulmaya çalışılmıştır. Entegre akım trafolarından alınan verilerle yapılan her bir analizdeki ölçümlerde 8 saatlik vardiyaların enerji analiz sonuçları kıyaslanmıştır. Sonuçlar Şekil 5.22.'de pamuk ipliği için, Şekil 5.23.'de ise karışım ipliği için verilmiştir. Çizelge 5.7.'de ise yapılan tüm analizlerin sonuçları ortaya konulmuştur.



Şekil 5.22. İğ Devrinin Enerji Tüketimine Etkisi – Pamuk İpliği



Şekil 5.23. İğ Devrinin Enerji Tüketimine Etkisi – Karışım İpliği

Çizelge 5.7. İğ Devrinin Enerji Tüketimine Etkisi

						A	B	
Ölçüm		İplik	İplik	İğ	Enerji	Enerji	Devir	
No	Hammadde	Numarası	Bükümü	Devri	Tüketimi	Artışı	Artışı	A/B
	(Ne)	(T/m)	(d/dk)	(kWh/kg)	(%)	(%)		
1	Pamuk	30	927	18578	1.559			
	Pamuk	30	927	18872	1.569	0.64	1.58	0.41
	Pamuk	30	927	19067	1.582	1.48	2.63	0.56
2	Pamuk	30	927	18571	1.572			
	Pamuk	30	927	19060	1.590	1.15	2.63	0.43
3	Pamuk	30	776	19500	1.261			
	Pamuk	30	776	19800	1.282	1.67	1.54	1.08
4	Pamuk	40	1070	23207	2.471			
	Pamuk	40	1070	23303	2.488	0.69	0.41	1.66
5	Pamuk	50	1197	22677	3.102			
	Pamuk	50	1197	23459	3.195	3.00	3.45	0.87
6	Pamuk	50	1197	23459	3.185			
	Pamuk	50	1197	23947	3.278	2.92	2.08	1.40
7	Pamuk	50	1197	22978	3.169			
	Pamuk	50	1197	23468	3.248	2.49	2.13	1.17
8	Pamuk	60	1311	22366	4.164			
	Pamuk	60	1311	22562	4.234	1.68	0.88	1.92
9	Karışım	28	770	14573	1.133			
	Karışım	28	770	16031	1.206	6.44	10.00	0.64
	Karışım	28	770	16517	1.243	9.71	13.34	0.73
10	Karışım	40	920	16815	1.997			
	Karışım	40	920	17309	2.072	3.76	2.94	1.28
11	Karışım	40	920	16723	2.002			
	Karışım	40	920	17215	2.067	3.25	2.94	1.10

Yapılan kıyaslama ve analizler sonucunda; iğ devrinin artışıyla birlikte enerji tüketiminin arttığı birçok iplik numarasında ve de gerek pamuk gerekse de sentetik elyaf karışımlarında ortaya konulmuştur. Çizelge 5.7.'den de görüleceği üzere; her %1'lik iğ devri artışına karşın enerji tüketiminde %0,41 ile %1,92'lik artış söz konusudur. Ortalama olarak ise bu değer %1,02'dir. İplik numarası inceldikçe ve iğ devri arttıkça, iğ devrindeki artış enerji tüketiminde daha fazla artış meydana gelmesine sebep olmaktadır. Bu bilgiler ışığında; iğ devri artışı, üretim artışından dolayı talep edilen bir olgu olsa da enerji tüketiminde de ciddi boyutlarda artışa sebep olduğu akıldan çıkarılmamalıdır. Aynı zamanda iğ devrine karar verilirken enerji

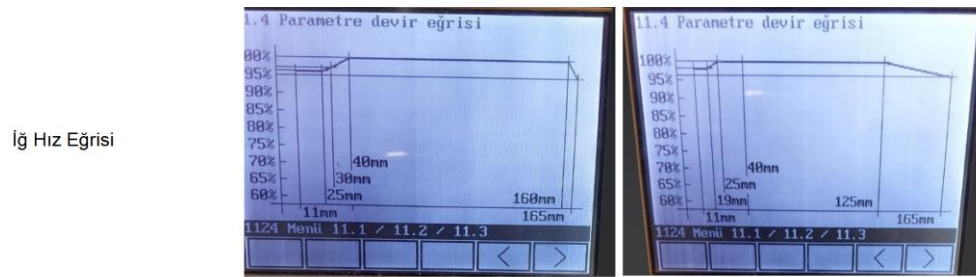
tüketimi de göz önünde bulundurulmalı ve üretim – enerji tüketimi açısından en optimum noktanın tespiti için gerekli analizler yapılmalıdır.

5.1.8. İğ Hız Eğrisinin Enerji Tüketimine Etkisi

İğ hız eğrisinin optimizasyonun enerji tüketimine etkisini pratik şartlarda görebilmek için enerji ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ne 50 numara penye pamuk ipliği üretilirken, 1824 iğli kompakt ring makinesinde enerji analizleri yapılmıştır.

Şekil 5.24.'de görüleceği üzere; Ne 50 için yapılan ilk ölçüm tesiste devamlı kullanılan iğ hız eğrisinde gerçekleştirilmiştir. İkinci ölçümde ise, enerji bakımından fayda sağlayacağı düşünülen optimize edilmiş iğ hız eğrisi kullanılmıştır. Yani masura üzerinde henüz çok fazla iplik yok iken (hafif iken) maksimum devre daha hızlı ulaşılmış ve masura üzerindeki iplik miktarı fazla iken (ağır iken) daha erken devir düşüşü yapılmıştır. Her iki iğ hız eğrisinde de ortalama devir aynı seviyeye getirilmiştir.

Ölçüm No	1	2
Ring Makine No	10	10
İplik Numarası	Ne 50	Ne 50
Büküm (T/m)	1197	1197
Maksimum İğ Devri (d/dk.)	24000	24000
Ortalama İğ Devri (d/dk.)	23806	23804
Enerji Tüketimi (kWh/kg)	3.217	3.218
Fark		0.03%



Şekil 5.24. İğ Hız Eğrisinin Enerji Tüketimine Etkisi

Analiz sonucunda; iğ hız eğrisinin optimizasyonuna rağmen enerji tüketiminde herhangi bir değişimin, iyileşmenin olmadığı görülmüştür. İyileşme

olmamasının ana nedeninin ortalama devir ile maksimum devirin arasında sadece %0,8 gibi çok küçük bir farkın olması olduğu düşünülmektedir.

Enerji tüketiminin birim kilogram için daha yüksek olduğu ince numara ipliklerde ve de yüksek iğ devrinin ulaşılabildiği iplik tiplerinde ortalama iğ devri ile maksimum iğ devri arasındaki farkın %2'yi pek geçmemesi ve bundan dolayı da iğ hız eğrisi optimizasyonun enerji tüketimine ciddi bir katkısının olmayacağı sonucuna varılmıştır.

5.1.9. İğ Kayışının Enerji Tüketimine Etkisi

İğ kayışının enerji tüketimine etkisini iplik tesisi şartlarında görebilmek için 2 ayrı enerji ölçümleri yapılmıştır. Bunların ilki iğ kayış tipleri kıyaslanarak yapılmaya çalışılırken, diğeri de aynı tip kayışta eski ve yeni kayışlar arasındaki enerji farkı kıyaslanmaya çalışılmıştır.

Her iki konu için yapılan enerji ölçüm ve analizlerinde ne yazık ki birbiriyle çelişen sonuçlar elde edilmiştir. Yani analizlerin birisinde A tipi kayış daha düşük enerji tüketirken diğesinde ise B tipi kayış daha düşük enerji tüketmiştir. Aynı durum eski-yeni iğ kayışı kıyaslamalarında da görülmüştür. Enerji farklarının birbirine çok yakın olması ve diğeri faktörlerin farkın ortaya koyulacak kadar sabit tutulamamasından dolayı net bir sonuca ulaşamamıştır. Ayrıca kayış değişim işleminin meşakkatli, uzun süren ve ortalama 2 yılda bir yapılan bir işlem olmasından dolayı analiz sayısı da artırılamamış ve bu da sonuca ulaşmayı daha da imkansızlaştırmıştır.

Net bir sonuca ulaşabilmek adına laboratuvar şartlarında analizlerin yapılması tavsiye edilmekte ve bu çalışmanın sonrasında yapılacak ileriki çalışmalarda bu açıta kalan konunun analizinin yapılabileceği öngörülmektedir.

5.1.10. Masura Ağırlığının Enerji Tüketimine Etkisi

Masura ağırlığının enerji tüketimine etkisini görebilmek için, diğeri faktörler sabit tutularak birden fazla enerji ölçümü yapılmıştır.

İlk enerji kıyaslaması (Analiz I), 1824 iğli kompakt ring makinesinde, Ne 40 numaradaki 1020 T/m büküme sahip penye pamuk ipliğinde yapılmıştır. Enerji analizörü kullanılarak, 1 takım boyunca tüketilen enerji ölçümlendirilmiş ve 1 kg iplik için tüketilen enerji miktarı hesaplanmıştır. 46 ve 28 g masura kullanılarak yapılan ölçümler, 23000 d/dak iğ devrinde art arda gerçekleştirilmiştir. Enerji kıyaslama sonuçları Çizelge 5.8.'de verilmektedir.

Çizelge 5.8. Masura Ağırlığının Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz I

Masura Ağırlığı (g)	Bilezik Çapı (mm)	Net İplik Ağırlığı (g)	Enerji Tüketimi (kWh/kg)	Fark (%)
46	38	54	1.721	
28	38	54	1.638	-4.82%

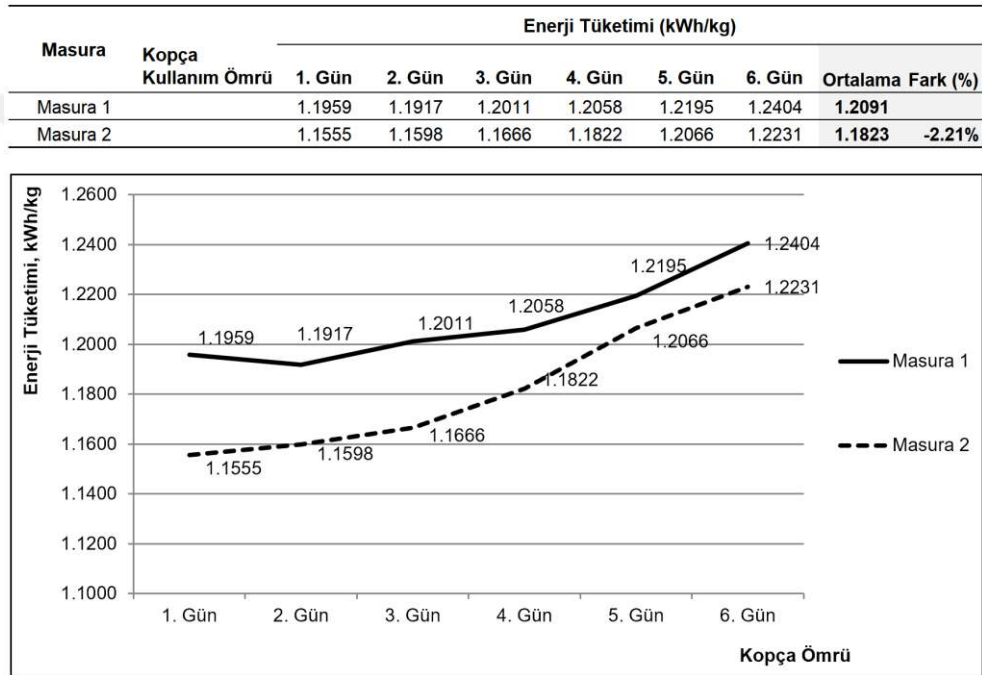
Çizelge 5.8.'den de görüleceği üzere; masura ağırlığının 46 gramdan 28 grama düşmesiyle birlikte 1 kg iplik üretimi için gerekli enerji tüketiminde %5'e yakın bir azalma meydana gelmektedir. Bu da masura ağırlığının enerji tüketimine ciddi oranda etkisinin olduğunu ortaya koymaktadır.

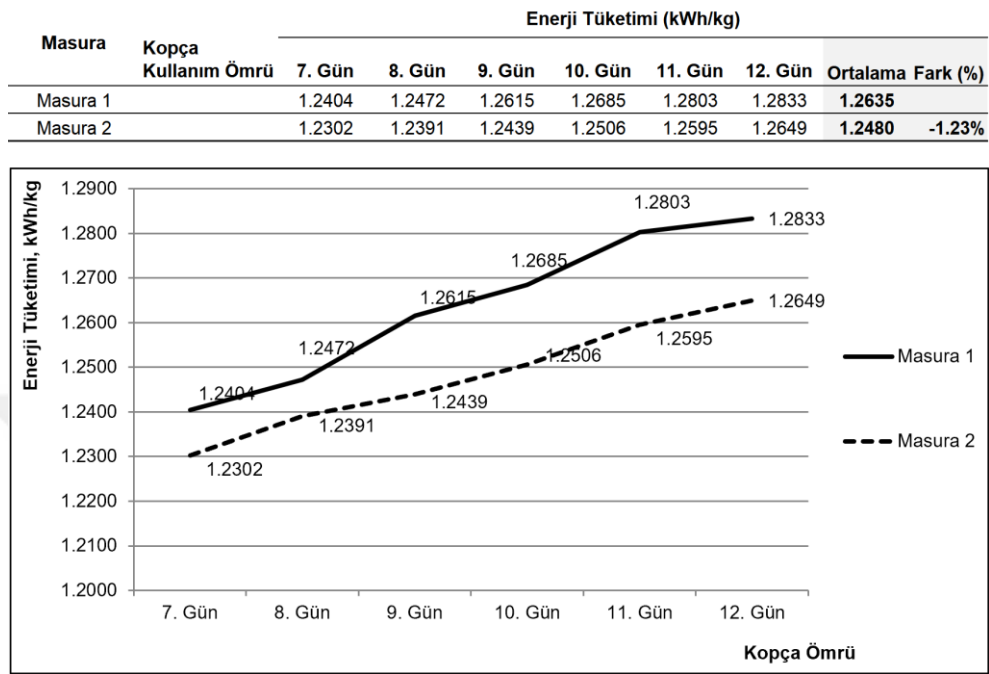
Enerji tüketimini büyük oranda değiştiren bu etkiyi kopça ömrü boyunca görebilmek ve de farklı elyaf tiplerinde nasıl değiştiğini analiz edebilmek adına ilave 3 ayrı enerji kıyaslaması da yapılmıştır.

İlave enerji kıyaslamalarından ilki (Analiz II); 1632 iğli kompakt ring makinesinde, penye pamuk ipliği üretimi esnasında gerçekleştirilmiştir. Ne 30 numara, 755 T/m bükümdeki iplik için 18500 d/dak'lık ortalama iğ devrinde yapılan enerji kıyaslamalarında; 28 ve 42 gram boş ağırlığı sahip olan masuraların enerji ölçümleri yapılmıştır. Her iki masuranın da boy – alt iç çap – koniklik seviyesi aynı olup, 190 mm – 18 mm – 1:64'dür. Ölçümlerde Masura 1 olarak adlandırdığımız 42 gram boş ağırlığa sahip masura üzerine 47 gram iplik sarılmış ve takım dolum sonrasında toplam 89 gram ağırlığa ulaşmıştır. Masura 2 olarak adlandırdığımız 28

gram boş ağırlığa sahip masura üzerine 56 gram iplik sarılmış ve takım dolun sonrasında toplam 84 gram ağırlığa ulaşmıştır.

Ring makinesine entegre akım trafolarıyla yapılan enerji ölçümleri 12 gün boyunca yan yana, aynı teknik özelliklere sahip 2 kompakt ring makinesinde gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar Şekil 5.25. ve 5.26.’da verilmektedir.





Şekil 5.26. Masura Ağırlığının Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz II (7-12. gün)

Önceki paragrafta da belirtildiği üzere; Masura 2 üzerine 56 g iplik sarılırken, Masura 1 üzerine ancak 47 g iplik sarılmıştır. Üzerine 9 g yani %19 fazla iplik sarılmasına rağmen Masura 2'nin Masura 1'e göre ilk 6 günlük kopça ömründe %2,21'lik, son 6 günlük kopça ömründe ise %1,23'lük enerji tasarrufu sağladığı gözlemlenmiştir.

Kops ağırlığında 89 g'dan 84 g'a düşüşle birlikte, yani sadece 5 g'lık bir hafifleme sayesinde 12 günlük ortalamada %1,72'lik bir enerji tasarrufu azımsanmayacak kadar önemlidir. Masura üzerine sarılan iplik miktarı artırılmasaydı; boş masura ağırlığındaki 12 g'lık hafifleme sayesinde %4'e yakın bir tasarruf görülebilirdi.

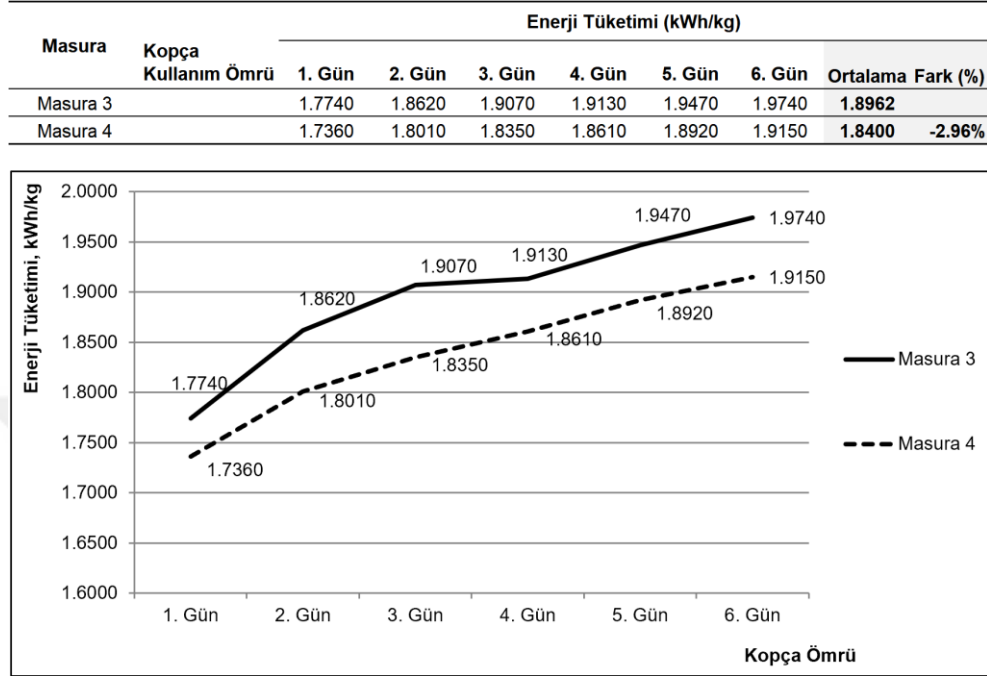
Sonuç olarak; Masura 2'de kullanılan daha düşük et kalınlığı ve özel kompozit yapı sayesinde daha hafif bir masura elde edilirken aynı zamanda masura üzerine daha fazla iplik sarılabilmektedir. Masura üzerine sarılan daha fazla iplik sayesinde; ring makinesindeki takım süresi uzatılıp, takım değiştirme sayısı

azaltılabilmekte ve bu sayede makinanın verimliliği ve üretimi artırılabilir. Bunun yanı sıra bobin makinası randımanı ve üretiminin de artırılması sağlanabilmekte ve bobin üzerindeki iplik bağlama noktalarının sayısı azaltılabilmektedir.

Diğer kıyaslama (Analiz III) ise, 1824 iğli konvansiyonel ring makinesinde, Polyester/Viskon karışımı ipliğin üretimi esnasında yapılmıştır. Ne 40 numara, 920 T/m bükümdeki iplik için 17500 d/dak'lık maksimum iğ devrinde yapılan enerji kıyaslamaları, 36 ve 42 g boş ağırlığı olan masuralarla gerçekleştirilmiştir.

Ölçümlerde Masura 3 olarak adlandırdığımız masuranın boy – alt iç çap – koniklik ölçüleri 200 mm – 18 mm – 1:64'dür. Boş ağırlığı 42 g olan masura üzerine 62 g iplik sarılmış ve takım sonunda toplamda 104 g'lık kops ağırlığına ulaşılmıştır. Masura 4 olarak adlandırdığımız masuranın boy – alt iç çap – koniklik ölçüleri ise 190 mm – 18 mm – 1:64'dür. Boş ağırlığı ise 36 g olup, üzerine 59 g iplik sarılmış ve takım sonunda toplamda 95 g'lık kops ağırlığına ulaşılmıştır.

Akım trafolarıyla yapılan enerji ölçümleri, 6 gün boyunca yan yana kurulmuş, aynı teknik özelliklere sahip 2 konvansiyonel ring makinesinde gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar Şekil 5.27.'de verilmektedir.



Şekil 5.27. Masura Ağırlığının Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz III

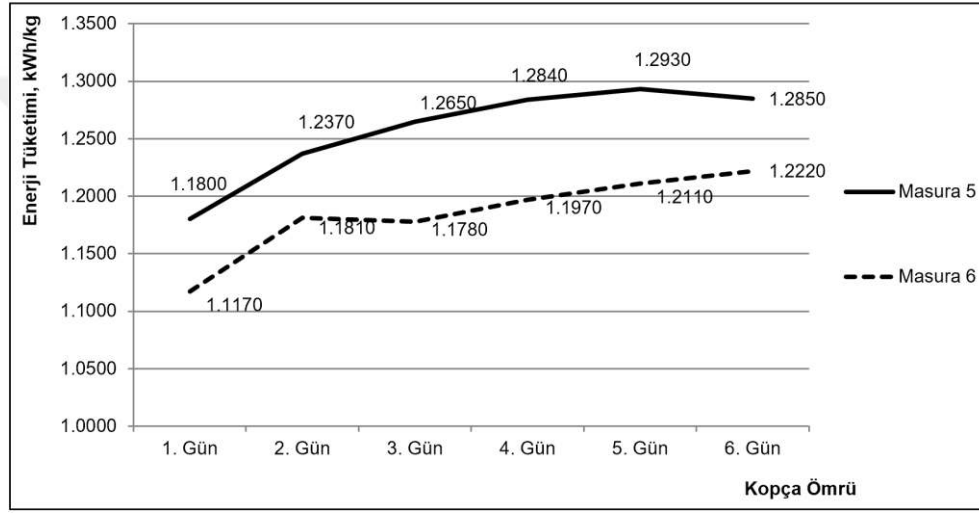
Yukarıdaki şekilden de görüldüğü üzere; daha hafif olan Masura 4'ün %2,96 daha az enerji tükettiği tespit edilmiştir. Masura 4 üzerine 3 g daha az iplik sarıldığı düşünüldüğünde; aynı miktarda iplik sarılması durumunda bu farkın %2,5'lara doğru düşeceği söylenebilir.

Analiz IV ise, yine konvansiyonel ring makinesinde, Polyester/Viskon karışım iplik üretimi esnasında yapılmıştır. Ne 28 numara, 770 T/m bükümdeki iplik için 17000 d/dak'lık ortalama iğ devrinde enerji kıyaslamaları gerçekleştirilmiştir. Her iki masuranın da boy – alt iç çap – koniklik seviyesi aynı olup, 190 mm – 18 mm – 1:64'dür. Üretildikleri materyaller ve et kalınlıkları farklı olan masuralardan Masura 5, 36 gram ağırlığa sahiptir. Masura 6 ise daha hafif olup 28 gramdır. Ölçümler boyunca Masura 5'in üzerine 56 gram iplik sarılırken, Masura 6'nın et kalınlığının daha ince olması sayesinde 61 gram iplik sarılabildiği görülmüştür.

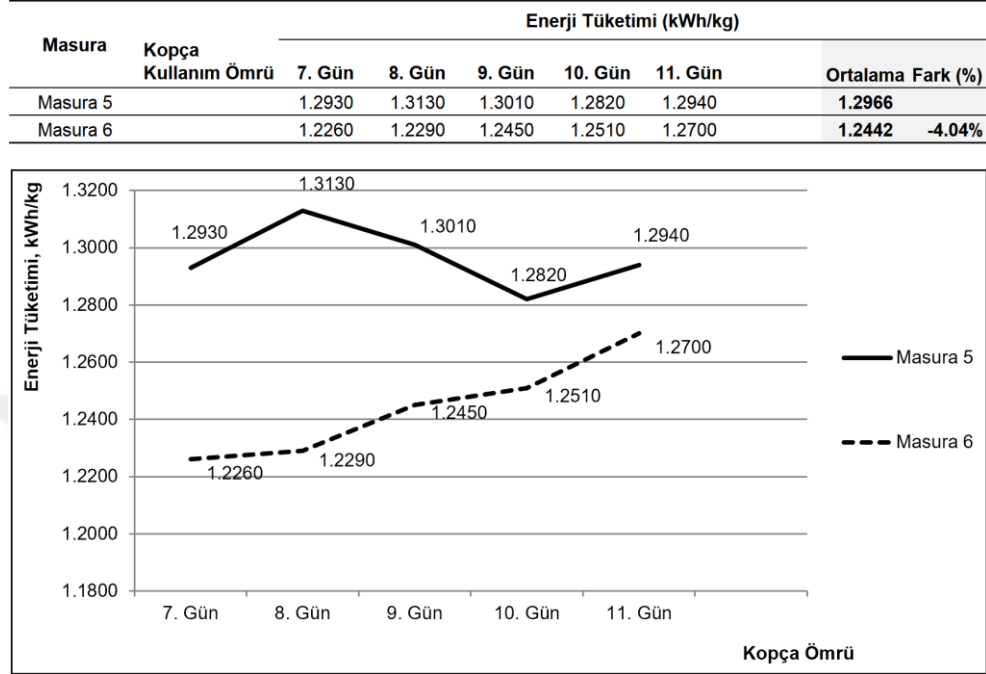
Yan yana bulunan ve aynı teknik özelliklere sahip olan konvansiyonel ring makinelerinde yapılan enerji ölçümleri yine entegre akım trafoları sayesinde 11

günlük kopça ömrü boyunca kesintisiz yapılabilmiştir. Sonuçlar Şekil 5.28. ve 5.29.'de verilmektedir.

Masura	Kopça Kullanım Ömrü	Enerji Tüketimi (kWh/kg)						Ortalama Fark (%)
		1. Gün	2. Gün	3. Gün	4. Gün	5. Gün	6. Gün	
Masura 5		1.1800	1.2370	1.2650	1.2840	1.2930	1.2850	1.2573
Masura 6		1.1170	1.1810	1.1780	1.1970	1.2110	1.2220	1.1843 -5.81%



Şekil 5.28. Masura Ağırlığının Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz IV (1-6. gün)



Şekil 5.29. Masura Ağırlığının Enerji Tüketimine Etkisi – Analiz IV (7-11. gün)

Enerji ölçümleri sonucunda; daha hafif olan Masura 6'nın üzerine %9 daha fazla iplik sarılmasına rağmen Masura 5'e göre ilk 6 günde %5,81 son 5 günde ise %4,04 daha az enerji tükettiği tespit edilmiştir. 11 günlük ortalamada ise enerji tasarrufu %5'dir.

Sonuç olarak; daha ince ve hafif masura kullanımı, 1 kg iplik üretimi için ring makinesinde ihtiyaç duyulan enerji miktarını %2-5 arasında azalttığı gibi, gerek ring gerekse de bobin makinesinin randıman ve üretkenliğini arttırmaktadır. Bu da birim maliyetlerin azalmasına ilave katkıda bulunmaktadır. Ayrıca masura üzerindeki iplik miktarının artmasıyla bobindeki bağlama yerlerinin azalması iplik kalitesini pozitif etkilediği gibi iplik bağlama için gerekli basınçlı hava yani enerji tüketiminin azalmasıyla birlikte ilave enerji tasarrufu sağlamaktadır. Bu bulgular çerçevesinde, iplik tesislerinde mümkün olan en hafif ve ince masuraların kullanımı kuvvetle tavsiye edilmektedir.

5.1.11. Kops Üzerine Sarılan İplik Miktarının Enerji Tüketimine Etkisi

Kops üzerine sarılan iplik miktarının artmasıyla enerji tüketiminde oluşacak etkiyi görmek adına 1824 iğli kompakt ring makinesinde enerji ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ne 40 numara dokuma penye pamuk ipliğini, 23300 d/dak maksimum iğ hızında üretim yapan ring makinesinde üst üste 3 takım dolumu boyunca enerji ölçümü yapılmıştır. Tüm diğer faktörler maksimum düzeyde sabit tutularak yapılan enerji ölçümleri, enerji analizörü ile gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar Çizelge 5.9.'da verilmektedir.

Çizelge 5.9. Kops Üzerine Sarılan İplik Miktarının Enerji Tüketimine Etkisi

Ölçüm	Kopsa Sarılan Net İplik Ağırlığı (g)	Kopsa İlave Sarılan İplik Miktarı (g)	Kopsa İlave Sarılan İplik Miktarı (%)	Takım Başına Sarılan İplik Miktarı (kg)	Takım Dolum Süresi (Dakika)	1 kg İplik için Enerji Tüketimi (kWh/kg)	Enerji Artışı (%)
1	54	-	-	98.5	164	1.638	-
2	57	3.0	5.6%	104.0	174	1.668	1.86%
3	59.5	5.5	10.2%	108.5	181	1.674	2.21%

Yukarıdaki Çizelge'den de görüleceği üzere; kops üzerine sarılan iplik miktarının %5,6 artışıyla birlikte 1 kg iplik üretimi için gerekli enerji tüketiminin %1,86 arttığı, iplik miktarının %10,2 artışıyla birlikte enerji tüketiminin %2,21 arttığı gözlemlenmiştir.

Söz konusu artış göz ardı edilmeyecek kadar yüksektir. Bununla birlikte kops üzerine sarılacak daha az iplik miktarıyla ring makinesinin düşecek randımanı (%0,25-0,50 civarı bir düşüş beklenebilir) ve de bobin makinesinde bağlama noktası sayısının %5-10 arasında artacağı ve bobin makinesindeki üretim maliyetinin yükseleceği göz önüne alınarak kops üzerine sarılacak optimum iplik miktarı çalışılan tipe göre hesaplanıp, tespit edilebilir.

5.1.12. İplik Tüylülüğü - Hava Direncinin Enerji Tüketimine Etkisi

İplik tüylülüğünün, hava direncinin enerji tüketimine etkisini pratik tesis şartlarında ölçümlemek ne yazık ki imkansızdır. Çünkü çok fazla miktarda değişkeni sabit tutabilmek ve de iplik tüylülüğünü farklı iplik tipleri için kesin ve bilimsel olarak farklılaştırabilmek pratikte mümkün değildir. Daha önceki yapılan çalışmalarda, deneysel ölçümler için söz konusu durumu taklit edebilecek özel teçhizatlar üretilmiş ve enerji ölçümler bu teçhizatlar üzerinden yapılmıştır.

Bölüm 3.2.1.12’de ortaya konulduğu üzere; iplik tüylülüğünün artmasıyla artan hava direncinin enerji tüketimini artırdığı aşıkardır. İplik tüylülüğünden bağımsız olarak iplik üzerinde oluşan hava direnci de enerji tüketimini artıran bir faktördür. Bu bağlamda hava direncini azaltacak şekilde kopsların, iplik balonlarının bir fanus içerisine alınabilmesi hava direncini azaltacak ve enerji tüketiminin optimizasyonuna pozitif etki edecektir. Kopsların fanus içerisine alınması pratikte şu an için mümkün gözükme de gelecekte bu konun enerji tasarrufu açısından çalışılması önem arz etmektedir.

5.2. Teknolojik Emiş Motorlarıyla İlgili Enerji Ölçüm ve Analiz Sonuçları

Ring makinesinde iş tahrikinden sonra en fazla enerji ihtiyacının olduğu fan tahriki, toplam enerji tüketiminde makine tipine ve modeline bağlı olarak %10-16 civarında bir payı bulunmaktadır.

Çalışmanın bu kısmında beş farklı faktör ayrı başlıklar altında incelenmiştir. Ne yazık ki bazı değişkenler için pratik şartlar altında analiz yapılamamıştır.

5.2.1. Emiş Miktarının Enerji Tüketimine Etkisi

Bölüm 3.2.2.1.’de tanımlandığı üzere; emiş miktarı, ring makinesinin fan motoruna ait redresörün frekans değerine göre ayarlanmaktadır. Çalışmanın bu kısmında emiş miktarının ya da bir başka deyişle redresörün frekans değerinin artıp/azalmasıyla oluşan enerji tüketim farklılıkları analiz edilmiştir.

Yapılan ilk analizlerde; konvansiyonel ve kompakt ring makineleri üretim yapmıyor (boşta) ve filtreleri tamamen temiz iken sadece fan motorunun enerji tüketimi farklı frekans değerlerinde ölçümlenmiştir.

Çizelge 5.10.'da, 1824 iğli konvansiyonel ring makinesinde frekans değerinin artmasıyla enerji tüketiminin nasıl artış gösterdiği verilmektedir.

Çizelge 5.10. Redresör Frekans Değerine Göre Fan Motoru Enerji Tüketiminin Değişimi – Konvansiyonel Ring Makinesi / 1824 iğli

Konvansiyonel Ring Makinesi - 1824 iğli					
Emiş Motoru Frekans Değeri (Hz)	Emiş fan motorlarının toplam enerji tüketimi (kWh)	Ölçülen en düşük frekans değerine göre enerji artışı (%)	Ölçülen en düşük frekans değerine göre enerji artışı (kWh)	Bir düşük frekans değerine göre enerji artışı (%)	Bir düşük frekans değerine göre enerji artışı (kWh)
38	5.922				
39	6.090	2.84%	0.17	2.84%	0.17
40	6.342	7.09%	0.42	4.14%	0.25
41	6.594	11.35%	0.67	3.97%	0.25
42	6.804	14.89%	0.88	3.18%	0.21
43	7.182	21.28%	1.26	5.56%	0.38
44	7.602	28.37%	1.68	5.85%	0.42
45	7.896	33.33%	1.97	3.87%	0.29
46	8.190	38.30%	2.27	3.72%	0.29
47	8.484	43.26%	2.56	3.59%	0.29
48	9.030	52.48%	3.11	6.44%	0.55

Çizelge 5.10.'dan da görüleceği üzere; frekans değerinin artmasıyla birlikte fan motorunun enerji tüketiminde bir artış meydana gelmektedir. Analizlerde ölçümlenen en düşük frekans değeri olan 38 Hz ile en yüksek değer olan 48 Hz kıyaslandığında; fan motoru enerji tüketiminde 3,11 kW'lık bir başka deyişle %52,48'lik bir artış meydana gelmiştir. Her bir adımlık frekans değeri artışında ise, fan motoru enerji tüketiminde ortalama 0,31 kW'lık yani %4,32'lik bir artış görülmüştür.

Aynı analiz, 1632 iğli kompakt ring makinesinde yapılmış ve frekans değerinin artmasıyla enerji tüketiminin nasıl artış gösterdiği Çizelge 5.11.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.11. Redresör Frekans Değerine Göre Fan Motoru Enerji Tüketiminin Değişimi – Kompakt Ring Makinesi / 1632 iğli

Kompakt Ring Makinesi - 1632 iğli					
Emiş Motoru Frekans Değeri (Hz)	Emiş fan motorlarının toplam enerji tüketimi (kWh)	Ölçülen en düşük frekans değerine göre enerji artışı (%)	Ölçülen en düşük frekans değerine göre enerji artışı (kWh)	Bir düşük frekans değerine göre enerji artışı (%)	Bir düşük frekans değerine göre enerji artışı (kWh)
38	5.225				
39	5.457	4.44%	0.23	4.44%	0.23
40	5.779	10.60%	0.55	5.90%	0.32
41	5.982	14.49%	0.76	3.51%	0.20
42	6.296	20.50%	1.07	5.25%	0.31
43	6.507	24.54%	1.28	3.35%	0.21
44	6.523	24.84%	1.30	0.25%	0.02
45	7.032	34.58%	1.81	7.80%	0.51
46	7.249	38.74%	2.02	3.09%	0.22
47	7.557	44.63%	2.33	4.25%	0.31
48	7.972	52.57%	2.75	5.49%	0.42

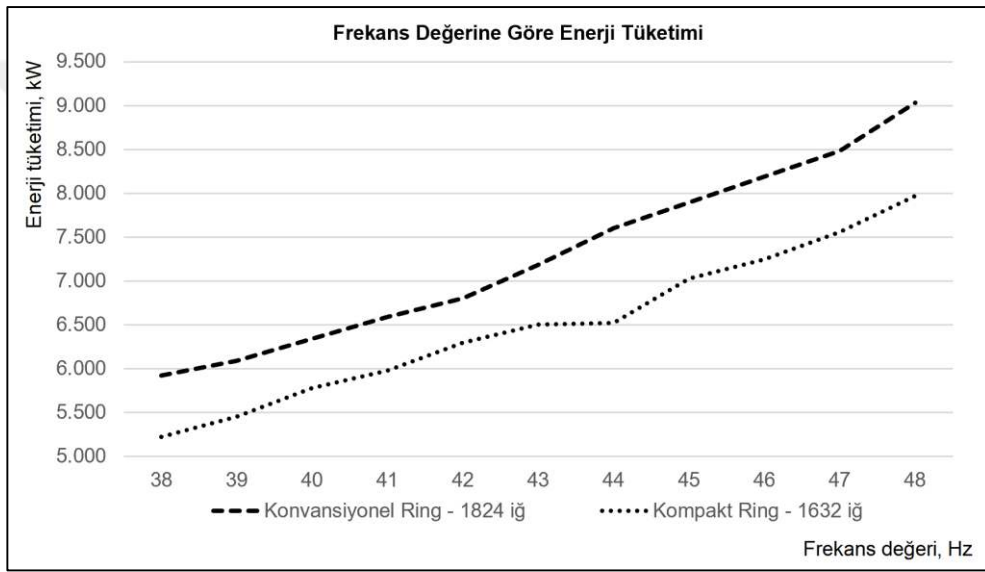
Kompakt ring makinesinde de, frekans değerinin artmasıyla birlikte fan motorunun enerji tüketiminde bir artış meydana geldiği görülmüştür. Analizlerde ölçümlenen en düşük frekans değeri olan 38 Hz ile en yüksek değer olan 48 Hz kıyaslandığında; fan motoru enerji tüketiminde 2,75 kW'lık bir başka deyişle %52,57'lik bir artış meydana gelmiştir. Her bir adımlık frekans değeri artışında ise, fan motoru enerji tüketiminde ortalama 0,27 kW'lık yani %4,33'lük bir artış görülmüştür.

Bu kapsamda konvansiyonel ve kompakt ring makinelerinin her ikisinde de, fan motoru redresörünün frekans değerinin 1 Hz'lik artışına bağlı olarak fan motoru enerji tüketiminde %4,30'luk bir enerji artışı tespit edilmiştir. Teknolojik emişin, 1 kg iplik üretiminde tüketilen enerjinin %12-15'lik oluşturduğunu esas aldığımızda; fan motoru frekansının her bir Hz'lik artışında 1 kg iplik üretimi için gerekli enerji tüketiminin %0,5-0,65 artıracığı sonucuna varılabilir.

Artan enerji miktarlarının kW olarak konvansiyonel ring makinesinde 0,31 kW, kompakt ring makinesinde 0,27 kW olmasının yani konvansiyonel ring makinesinde yüksek çıkmasının ana sebebi konvansiyonel ring makinesinin iğ

sayısının 192 iğ daha fazla olması yani fanların 6,72 metrelik daha uzun bir alandan emiş yapmasıdır. Bu konuda emiş mesafesinin enerji tüketimine etkisi kısmında ayrıca incelenecektir.

Gerek kompakt ring gerekse de konvansiyonel ring makinesinde frekans değerine göre fan motoru enerji tüketiminin nasıl arttığı Şekil 5.30.'da da gösterilmiştir.

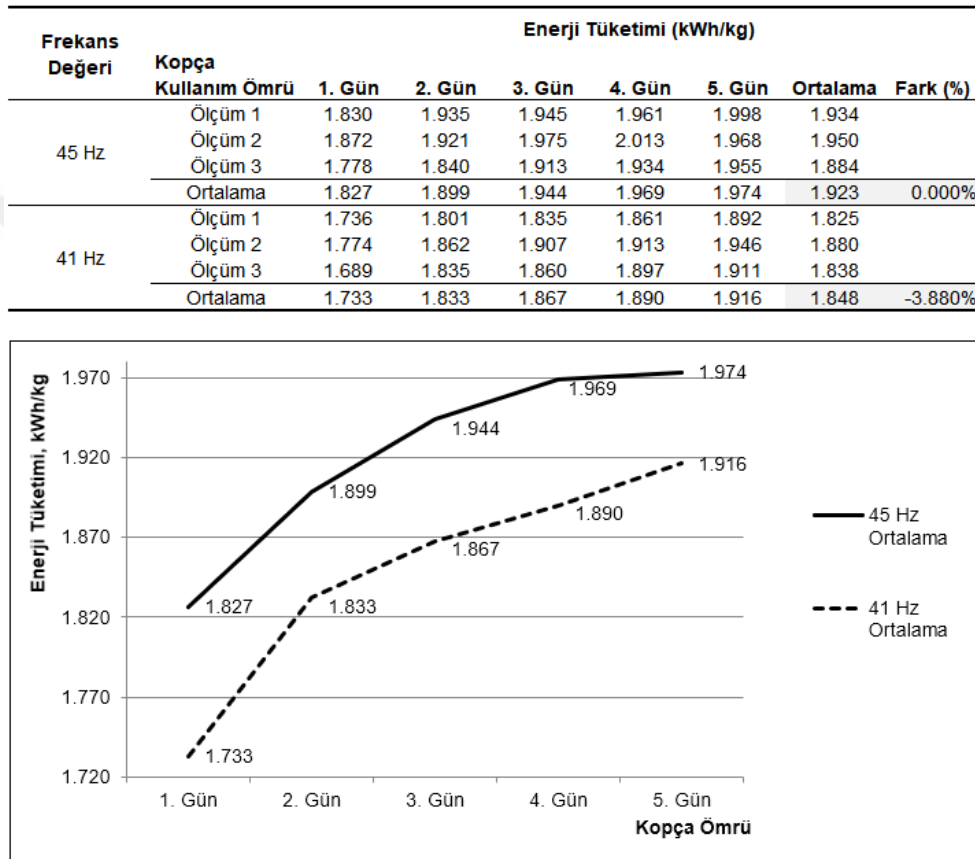


Şekil 5.30. Frekans Değerine Göre Fan Enerji Tüketiminin Değişimi

Makine boşta çalışırken ulaşılan bu sonuçlarla, ring makinası tam üretimdeyken elde edilecek sonuçlarda ayrıca kıyaslanmak istenmiştir. Bu doğrultuda konvansiyonel ve kompakt ring makinelerinde enerji kıyaslama ölçümleri yapılmıştır.

Konvansiyonel ring makinesinde %65 Polyester / %35 Viskon karışımı çalışan bir tesiste her bir frekans değeri için 3 ayrı ölçüm yapılmıştır. Her 3 ölçümde de iplik numarası Ne 40, bükümü 920 T/m ve ortalama iğ devri 17370 d/dak olarak esas alınmıştır. Aynı fitillerden, tüm diğer parametreler sabit tutulmaya çalışarak yapılan kıyaslamalı analizlerde ring eğirme makinesinde entegre akım trafoları

kullanılmıştır. Teknolojik emiş miktarını belirleyen fan motorunun redresör frekans değeri 45 Hz’den 41 Hz’e düşürülmek suretiyle enerjideki değişim 5 günlük kopça kullanım ömrü boyunca takip edilmiştir. Sonuçlar Şekil 5.31.’de verilmektedir.

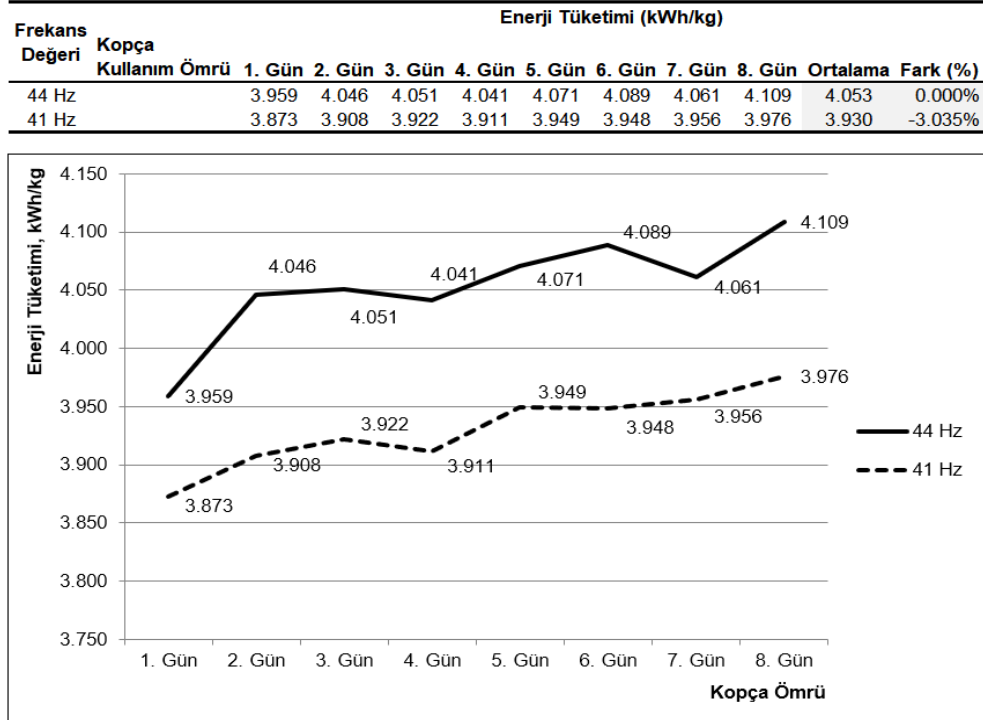


Şekil 5.31. Konvansiyonel Ring Makinesinde Fan Motoru Redresör Frekans Değerine Göre Enerji Tüketim Değişimi

Şekil 5.31.’den de görüleceği üzere; emiş miktarının fan motorundan 41 Hz’e düşürülmesiyle birlikte 1 kg iplik üretmek için ring makinesinde gerekli enerji miktarının; 3 ölçümün ortalaması olan 1,923 kWh/kg’den 1,848 kWh/kg’a düştüğü görülmüştür. Bir başka deyişle fan motorunun frekansında 4 Hz’lik bir düşüş toplam enerji tüketiminde ortalama %3,88’lik bir tasarruf sağlanmıştır. Artış yönünde

baktığımızda ise 4 Hz'lik bir yükselişin toplam enerji tüketiminde ortalama %4,05'lik bir artışa sebep olduğu görülmektedir. Bu artışı birim Hertz'e göre düşündüğümüzde; 1 Hz'lik frekans değeri yükselişi toplam enerji tüketiminde %1,01'lik bir artışa neden olduğunu söyleyebiliriz.

Kompakt ring makinesinde de %100 Penye pamuk çalışan bir tesiste her bir frekans değeri için birer ölçüm gerçekleştirilmiştir. Her ölçümde iplik numarası Ne 60, bükümü 1197 T/m ve ortalama iğ devri 23457 d/dak olarak esas alınmıştır. Enerji analizleri entegre akım trafoları kullanılarak gerçekleştirilmiş ve tüm diğer parametreler sabit tutulmaya çalışılmıştır. Teknolojik emiş miktarını belirleyen fan motorunun frekans değeri 44 Hz'den 41 Hz'e düşürülmek suretiyle enerjideki değişim 8 günlük kopça kullanım ömrü boyunca takip edilmiştir. Sonuçlar Şekil 5.32.'de verilmektedir.



Şekil 5.32. Kompakt Ring Makinesinde Fan Motoru Redresör Frekans Değerine Göre Enerji Tüketim Değişimi

Şekil 5.32.'den de anlaşılabacağı üzere; fan motoru frekans değerinin 44 Hz'den 41 Hz'e düşürülmesiyle birlikte 1 kg iplik üretmek için ring makinesinde gerekli enerji miktarının 4,053 kWh/kg'dan 3,930 kWh/kg'a düştüğü görülmüştür. Yani ortalamada enerji tüketiminde %3,035'lik bir tasarruf sağlanmıştır. Artış yönünde baktığımızda ise 3 Hz'lik bir yükselişin toplam enerji tüketiminde ortalama %3,13'lük bir artışa sebep olduğu görülmektedir. Bu artışı birim Hertz'e göre düşündüğümüzde; 1 Hz'lik frekans değeri yükselişi toplam enerji tüketiminde %1,04'lük bir artışa neden olduğunu söyleyebiliriz.

Makinalar tam üretimdeyken yapılan kıyaslamalı enerji ölçüm sonuçlarına göre; gerek kompakt gerekse de konvansiyonel ring makinelerinde fan motoru frekans değerinin her bir Hz'lik artışında 1 kg iplik üretimi için gerekli enerji tüketiminin %1 civarında arttığı düşünülebilir.

Bu sonucu, makine boştayken toplam enerji tüketimi artışının her bir adımda %0,50-0,65 olabileceği sonucu ile kıyaslarsak; uygulama şartlarında yani makine tam üretimdeyken artışın %0,35-0,50 arasında daha fazla olduğu görülmüştür. Bunu konvansiyonel ring makinelerinde pnömofil teleflerinin gerek emiş borularında, gerek ana emiş kanalında gerekse de filtre üzerinde oluşturduğu hava direnci ve de ilave olarak kompakt ring makinelerinde kompaktlama sırasında elyaf üzerinden akan hava akımı üzerinde gerek kompaktlama ekipmanlarının gerekse de elyafın oluşturduğu direncin daha fazla enerji tüketimine sebep olabilmesi ile açıklayabiliriz. Söz konusu hava direncinden dolayı negatif basınçta daha fazla kayıp oluşmakta ve fan motoru sağlanması gereken minimum negatif basınca ulaşabilmek adına girilen frekans değeri üzerinde çalışmaya başlamakta ve enerji tüketimi daha fazla artış göstermektedir.

5.2.2. Emiş Mesafesinin Enerji Tüketimine Etkisi

Türkiye'deki ring iplik tesislerinin araştırılması sonucunda; emiş mesafesi dışında diğer tüm faktörlerin sabit tutulabileceği 2 ayrı makine bulunamadığı için söz konusu faktörle ilgili enerji ölçüm, analiz ve kıyaslamaları yapılamamıştır.

5.2.3. Kompaktlama Emiş Sistemi Tipinin Enerji Tüketimine Etkisi

Bölüm 3.2.2.3.'de de belirtildiği üzere; piyasa da kullanılan mevcut kompakt ring eğirme makineleri incelendiğinde; kompakt ve pnömofil emişlerinin ortak fanlar ve kanal vasıtasıyla yapıldığı sistemlerde aynı zamanda hava kılavuzu kullanıldığı görülmüştür (Sistem A). Kompakt ve pnömofil emişlerinin ayrı fanlar ve ayrı kanal vasıtasıyla yapıldığı sistemlerde ise hava kılavuzunun olmadığı görülmüştür (Sistem B).

Bu bakımdan yapılan enerji analizlerinde; Sistem A'nın ve Sistem B'nin genel kıyaslaması yapılmak durumunda kalınmıştır.

Yukarıda belirtilen her iki faktörü de kapsayan kıyaslamalı enerji ölçümleri, Ne 30 numara, 775 T/m büküme sahip %100 penye pamuk ipliğinin 19500 d/dak maksimum iğ devrinde üretimi gerçekleştirilirken yapılmıştır. Enerji kıyaslamasının doğru sonuç verebilmesi adına, her iki makine tipi içinde bilezik çapı (38 mm), masura boyu (190 mm), kopça ağırlığı (35,5 mg) vb. gibi faktörler aynı tutulmuştur. Sadece ring eğir makinesindeki iğ sayıları farklıdır. Sistem A'nın bulunduğu makine 1824 iğli iken Sistem B'nin bulunduğu makine 1968 iğlidir.

Yapılan enerji analizleri sonucunda; Sistem B'nin bulunduğu 1968 iğli makinenin tüm fan motorları toplamda 13,6 kWh enerji tüketirken, Sistem A'ya sahip 1824 iğli makinenin tüm fan motorları toplamda 8,7 kWh enerji tükettiği görülmüştür. İğ sayıları arasındaki farktan dolayı oluşan durumu eşitlemek adına; 1968 iğli makinenin fan motorlarının enerji tüketimi 1824 iğ'e indirildiğinde 12,6 kWh enerji tüketimine ulaşılmaktadır. Sonuçlar Çizelge 5.12.'de verilmektedir.

Çizelge 5.12. Kompaktlama Emiş Sistemi Tipinin Enerji Tüketimine Etkisi

Teknolojik Emiş	Tüketilen Enerji (kWh)	
	Sistem A	Sistem B
Pnömotil Emiş	8.7	10.3
Kompaktlama Emiş		2.3
Toplam	8.7	12.6
Fark(%)	-31.0%	44.8%

Bu veriler ışığında; Sistem B'nin, Sistem A'ya göre göre %44,8 daha fazla enerji tükettiği, bir başka deyişle de Sistem A'nın %31 enerji tasarrufu sağladığı görülmektedir.

Yapılan analizlerde ayrıca, Sistem A'da tüm teknolojik emişin 1 kg iplik üretimi için gerekli toplam enerji tüketimindeki payının %12,46 olduğu, Sistem B'de ise %15,61 olduğu tespit edilmiştir. Buradan hareketle; teknolojik emiş için harcanan enerji tüketiminin toplam makine enerjisinin ortalama %14'ü olduğu düşünüldüğünde; 1 kg iplik üretimi için Sistem B'nin, Sistem A'ya göre yaklaşık %6,3 daha fazla enerji tüketimine sahip olacağı veya Sistem A'nın %4,3 enerji tasarrufu sağlayacağı söylenebilir.

Belirli sayıda (yarım seksiyon, tam seksiyon) iğ için bağımsız emiş fanlarının kullanıldığı makinelerin Türkiye'deki iplik sektöründe bulunmamasından dolayı enerji kıyaslamasına dahil edilememiştir.

5.2.4. Telef Filtre Temizliğinin Enerji Tüketimine Etkisi

Telef filtre temizliğinin enerji tüketimine etkisini görebilmek adına, kompakt ve pnömotil emişinin ayrı kanallar, fanlar tarafından yapıldığı bir kompakt ring makinesinde enerji ölçümü gerçekleştirilmiştir.

Söz konusu makine de gerek kompakt emiş gerekse de pnömotil emiş fan motorlarının tükettiği enerji, filtre temizliği öncesi ve sonrası ölçülerek kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 5.13.'de verilmektedir.

Çizelge 5.13. Filtre Temizliği Öncesi ve Sonrası Enerji Tüketimleri

	Enerji Tüketimleri (kWh)		Enerji Tasarrufu (%)
	Filtre Temizliği Öncesi	Filtre Temizliği Sonrası	
Kompakt Emiş	1.2	1.1	8.33%
Pnömoofil Emiş	5.5	5.3	3.64%
Toplam	6.7	6.4	4.48%

Çizelge 5.13.'den de görüleceği üzere; filtre temizlikleri yapıldıktan sonra toplam fan motoru enerji tüketiminde %4,48'lik bir düşüş, tasarruf görülmüştür. Bu çerçevede filtre temizliklerinin daha sık yapılarak enerji tasarrufu elde edileceği açıktır.

Söz konusu enerji analizleri makinenin bir tarafındaki fanlarda yapılmış olup, ilgili bu makinenin diğer tarafında da aynı şekilde fan motorları bulunmaktadır. Buradan yola çıkılarak fan temizliği sonrası 0,3 kWh'lik enerji tasarrufu aslında 0,6 kWh olduğu söylenebilir. Bir ring makinesinin yılda ortalama 8000 saat çalıştığı düşünülüp, daha sık filtre temizliği yapıp filtrenin devamlı temiz tutulduğu varsayılırsa; yıllık makine başı enerji tasarrufunun 4800 kW olacaktır. 20 Ring makinesinin bulunduğu tesislerde bu tasarruf 96000 kW gibi göz ardı edilemeyecek bir rakama ulaşacaktır.

Bu çerçevede, ring makineleri için kurulacak otomatik filtre temizliği sistemleri sayesinde söz konusu enerji tasarrufunun elde edilmesi işletmelere tavsiye edilmektedir.

5.2.5. Kullanılan Fan Ağırlığının Enerji Tüketimine Etkisi

Ülkemizde bulunan ring makinelerini incelediğimizde; hafif yapısı nedeniyle genelde alüminyum fanların (yaklaşık 15 kg) kullanıldığı gözlemlenmiştir.

Aynı ring makinesi üzerinde 2 farklı ağırlıktaki fanın denenmesi imkânı teknik olarak mümkün olmadığı için bu değişkenle ilgili herhangi bir analiz yapılamamıştır.

Karbon elyafının ve de cam elyafının bulunduğu bazı kompozit yapılarla fan üretilmesi için bir firmayla irtibata geçilmiş, üretim aşamasına alınmış fakat ne yazık ki gereksinimleri sağlayan nihai bir fan üretimi gerçekleştirilememiştir.

Toplam enerji tüketiminde ciddi bir iyileşme sağlanmasını beklediğimiz fan ağırlığının düşürülmesiyle ilgili olarak; makine sağlayıcı firmaların önümüzdeki dönemde kompozit yapılarla üretilebilecek fanlara öncelik vermesi tavsiye edilmektedir.

5.3. Çekim Motorlarıyla İlgili Enerji Ölçüm ve Analiz Sonuçları

Çekim motorlarının ring makinesinde tüketilen enerji de ne kadar payının olduğunu ortaya koyabilmek adına, 2 farklı üreticinin kompakt ring makinesinde enerji ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ne 30, penye triko ipliğinde gerçekleştirilen ölçümler 1 takım dolumu boyunca yapılmış ve sonuçlar Çizelge 5.14.'de verilmiştir.

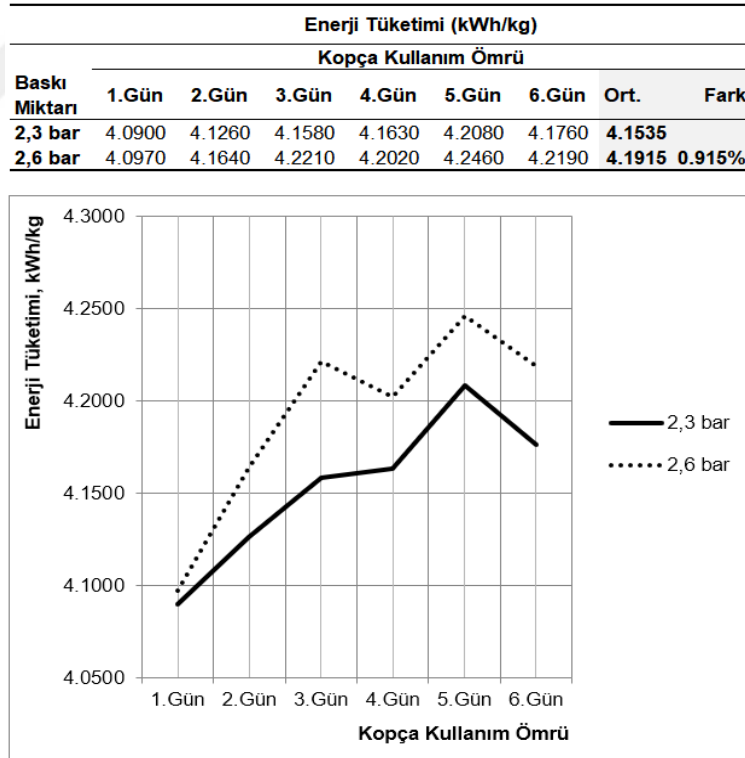
Çizelge 5.14. Çekim Motorlarının Toplam Enerji Tüketimindeki Payı

	Makine 1	Makine 2
İplik Numarası	Ne 30	Ne 30
İplik Bükümü	775	775
İğ Devri	19500 d/dk	19500 d/dk
Bilezik Çapı	38 mm	38 mm
İğ Sayısı	1968	1824
1 Takımdaki Toplam Enerji Tüketimi	87.1 kW	69.8 kW
1 Takımdaki Çekim Motorlarının Enerji Tüketimi	7.9 kW	4.68 kW
Çekim Motorlarının Toplam Enerji Tüketimindeki Payı	9.07%	6.70%

5.3.1. Çekim Tabancası Baskı Miktarının Enerji Tüketimine Etkisi

Çekim tabancasındaki baskı miktarının enerji tüketimine etkisini pratik şartlarda görebilmek için pnömatik yüklemeli çekim tabancasına sahip olan kompakt ring makinesinde enerji ölçümü yapılmıştır. Aynı ring makinesinde gerçekleşen ölçümlerde 2 farklı baskı miktarı kullanılmıştır. İlk ölçümde 2,3 bar olan çekim tabancası baskı miktarı, diğer ölçümde 2,6 bara yükseltilmiştir. Her 2 ölçümde Ne 59 numara penye pamuk ipliği üretimi gerçekleştirilirken yapılmıştır. İplik bükümü 1311 T/m olup, üretim esnasındaki ortalama iğ devri 23370 d/dak olarak gerçekleşmiştir.

Her 2 enerji ölçümüne başlanmadan önce kopça değişimi yapılmış, aynı kopça kullanılmış ve 6 günlük kopça ömrü boyunca enerji tüketimi gözlemlenmiştir. Enerji ölçüm sonuçları Şekil 5.33.'de verilmektedir.



Şekil 5.33. Çekim Tabancası Basınç Miktarına Göre Enerji Tüketimi

6 günlük ortalama değerlere bakıldığında; 2,3 bar basınç ile yapılan ölçümde 4,1535 kWh/kg enerji tüketimi görülürken, 2,6 bar basınçta bu enerji tüketiminin 4,1915 kWh/kg'a artışı saptanmıştır. Yani çekim tabancasının baskısındaki 0,3 bar'lık yükseliş, 1 kg iplik üretimi için gerekli enerji tüketimi %0,915'lik bir artış göstermiştir.

5.3.2. Çekim Miktarının Enerji Tüketimine Etkisi

İplik tesisi şartlarında yapılan enerji ölçümlerinde, çekim miktarının değişmesiyle enerji tüketiminin nasıl değiştiğiyle ilgili anlamlı bir sonuca ulaşılamamıştır. Diğer tüm faktörlerin sabit tutulduğu pratik şartlarda; çekim miktarı ancak %5-8 arasında değiştirilebilmiştir. Çekimin artmasıyla birlikte bazen enerji tüketiminin çok küçük miktarda (%0,5'in altında) azalışlar, bazen de artışlar görülmüştür.

Gerek birbiriyle örtüşmeyen değerlerden dolayı gerekse de çıkan farklılıkların %0,5 çok altında olması ve bu türden enerji farklılıklarını oluşturabilecek diğer faktörlerin tamamıyla sabitlenememesinden kaynaklı olarak bu bölümde herhangi bir sonuç verilememiştir. Genel kabul olarak; çekim miktarının %10'un altında değiştiği durumlarda enerji tüketimine etkisi olmadığı söylenebilir.

5.4. Diğer Yardımcı Motorlarla İlgili Enerji Ölçüm ve Analiz Sonuçları

Bölüm 3.2.4'de de belirtildiği üzere; yardımcı tahrik motorları arasında enerji tüketimi bakımından en yüksek enerji tüketimine sahip motor bilezik sehpasını (plangayı) tahrik eden motordur. Yardımcı motorlar arasında en yüksek paya sahip olmasına rağmen toplam enerji tüketimindeki yeri göz ardı edilebilir seviyededir.

Planga motorunun ne tür bir enerji tüketimine sahip olduğunu görebilmek için 2 farklı ring makinesinde enerji ölçümleri yapılmıştır. Ne 30, penye triko ipliğinde gerçekleştirilen ölçümler 1 takım dolumu boyunca yapılmış ve sonuçlar Çizelge 5.15.'de verilmiştir.

Çizelge 5.15. Planga Motorunun Toplam Enerji Tüketimindeki Payı

	Makine 1	Makine 2
İplik Numarası	Ne 30	Ne 30
İplik Bükümü	775	775
İğ Devri	19500 d/dk	19500 d/dk
Bilezik Çapı	38 mm	38 mm
İğ Sayısı	1968	1824
1 Takımdaki Toplam Enerji Tüketimi	87.1 kW	69.8 kW
1 Takımdaki Planga Motorunun Enerji Tüketimi	0.2 kW	0.07 kW
Planga Motorunun Toplam Enerji Tüketimindeki Payı	0.23%	0.10%

Yapılan çalışma sonucunda planga motorunun, toplam enerji tüketimindeki yerinin %0,1 – 0,23 arasında, göz ardı edilebilecek bir seviyede olduğu görülmüştür. Bu açıdan herhangi bir iyileştirme çalışmasının yapılmasına değecek bir durum gözükmemektedir.

5.5. Tüm Motorlarla İlgilendiren Enerji Ölçüm ve Analiz Sonuçları

Bu bölümde, ring makinesindeki tüm motorların veya birden fazla motorun enerji tüketimini etkileyen faktörlerle ilgili ölçüm ve analiz sonuçlarına yer verilmektedir.

5.5.1. İplik Numarasının Enerji Tüketimine Etkisi

İplik numarasının enerji tüketimine etkisini pratik çalışma şartlarında görebilmek için, büküm ve ortalama iğ devri başta olmak üzere diğer tüm değişkenler sabit tutulup, sadece iplik numarasının değişimi yapılarak enerji ölçüm ve analizleri gerçekleştirilmiştir.

2 farklı tesiste, farklı iplik numaraları, farklı hammaddeler kullanılarak yapılan ölçüm ve analizlerin sonuçları aşağıda Çizelge 5.16.'da sunulmaktadır.

Çizelge 5.16. İplik Numarasının Enerji Tüketimine Etkisi

Ölçüm No	Ring Makinesi Tipi	Materyal	İplik Numarası (Ne)	İplik Bükümü (T/m)	İğ Devri (Devir/dk.)	Enerji Tüketimi (kWh/kg)	Enerji Artışı (kWh/kg)	Enerji Artışı (%)
1	Konvansiyonel	Sentetik	10	709	10358	0.521		
	Konvansiyonel	Sentetik	16	709	10358	0.907	0.386	74.09
2	Konvansiyonel	Sentetik	20	797	15277	0.973		
	Konvansiyonel	Sentetik	30	797	15277	1.555	0.582	59.82
3	Kompakt	Pamuk	30	927	22044	1.465		
	Kompakt	Pamuk	50	927	22044	2.881	1.416	96.66
4	Kompakt	Pamuk	40	1197	23657	2.424		
	Kompakt	Pamuk	50	1197	23657	2.944	0.520	21.45
5	Kompakt	Pamuk	40	871	20534	1.802		
	Kompakt	Pamuk	50	871	20534	2.267	0.465	25.80
6	Kompakt	Pamuk	50	1197	23947	3.244		
	Kompakt	Pamuk	60	1197	23947	3.733	0.489	15.07
7	Kompakt	Pamuk	59	1514	22490	3.838		
	Kompakt	Pamuk	80	1514	22490	5.256	1.418	36.95

Yapılan analizlerle iplik numarasının kalınlaştıkça birim iplik üretimi için gerekli enerji tüketiminin azaldığı ortaya konulmuştur. Gerek sentetik gerekse de pamuk materyalleriyle yapılan çalışmalarda aynı sonuca ulaşılmıştır.

5.5.2. İplik Bükümünün Enerji Tüketimine Etkisi

İğ devrinin sabit tutulup, büküm miktarının değiştirildiği durumlarda çıkış hızı değişecek ve bu da birim zamanda üretimine artması veya azalması anlamına gelecektir. Üretimin azalmasıyla birlikte, birim iplik miktarı için tüketilen enerji miktarı artacak, tam tersi durumda ise azalacaktır.

Bu etkiyi pratik çalışma şartlarında görebilmek adına, penye pamuk ipliği üretimi yapan iki ayrı kompakt ring tesisinde, farklı iplik numaralarında enerji ölçüm ve kıyaslamaları yapılmıştır. Başta iğ devri olmak üzere diğer tüm değişkenler sabit tutulup, büküm miktarının artması ve azalmasıyla enerji tüketimleri incelenmiştir. Üretim yapan tesislerde yapılan bu analizlerde; imkanlar çerçevesinde bükümde

ancak 45-145 T/m arasında değişimler yapılabilmektedir. Analiz sonuçları Çizelge 5.17.'de verilmektedir.

Çizelge 5.17. İplik Bükümünün Enerji Tüketimine Etkisi

Ölçüm No	İplik Numarası (Ne)	İğ Devri (Devir/dk.)	İplik Bükümü (T/m)	Çıkış Hızı (m/dk.)	Enerji Tüketimi (kWh/kg)	Enerji Artışı (kWh/kg)	A Enerji Artışı (%)	B Büküm Artışı (%)	A/B
1	30	19327	755	25.60	1.282				
	30	19327	776	24.91	1.299	0.017	1.33	2.78	0.48
	30	19327	800	24.16	1.321	0.039	3.04	5.96	0.51
2	30	20315	776	26.18	1.354				
	30	20315	884	22.98	1.482	0.128	9.45	13.92	0.68
3	40	18830	850	22.15	1.852				
	40	18830	896	21.02	1.909	0.057	3.08	5.41	0.57
4	50	23641	1183	19.98	3.157				
	50	23641	1197	19.75	3.189	0.032	1.01	1.18	0.86

Çizelge 5.17.'den görüleceği üzere; büküm miktarının artmasıyla birlikte beklenildiği gibi enerji tüketimi tüm iplik numaralarında ve iğ devirlerinde artmıştır. Her %1'lik büküm artışı için enerji tüketim artışı %0,48 ile 0,86 arasında değişkenlik göstermiştir.

Bu bulgular ışığında; iplik tesislerinde iplikten beklenen kalite özelliklerinin (başta mukavemet ve elastikiyet) elverdiği sınırlar dahilinde daha düşük bükümle çalışmanın hedeflenmesi önerilmektedir. Üretim miktarını artırmasının yanı sıra enerji tüketiminin de azalması konuyu daha da önemli kılmaktadır.

5.5.3. Makine Randımanının Enerji Tüketimine Etkisi

Ring makine randımanının 1 kg iplik üretimi için gerekli enerji tüketimine ne oranda etkisi olduğunu tespit edebilmek adına farklı iplik tesislerindeki ring makinelerinin enerji tüketimleri incelenmiştir.

Bu faktörün enerji tüketimine etkisini pratik üretim şartlarında tespit edebilmek, bu faktörü etkileyecek diğer değişkenlerin sabit tutulmasının mümkün

olmamasından dolayı çok zordur ve elde edilen değerlerin kesinliğinden emin olmak tam mümkün değildir.

Ring makineleri üzerinde entegre olan akım trafolarındaki enerji tüketim verilerinin bir yazılım üzerinde uzun dönemli kaydedilmesi ve bu kaydedilen değerlerin hassasiyetle incelenmesi sayesinde aşağıdaki Çizelge 5.18.'deki veriler derlenebilmiştir.

Çizelge 5.18. Makine Randımanının Enerji Tüketimine Etkisi

İplik Tipi	İplik Numarası	İplik Bükümü	İğ Devri	Makine Randımanı	Randıman Kaybı	Enerji Tüketimi	Enerji Artışı	%1 Randıman Kaybının Enerji Artışı
Ring Tipi	(Ne)	(T/m)	(Devir/dk.)	(%)	(%)	(kWh/kg)	(%)	(%)
%100 Penye Pamuk Kompakt Ring Makinesi	15.9	550	14921	92.4		0.539		
	15.9	550	14921	85.9	6.5	0.542	0.56	0.09
	23.9	675	18830	96.6		1.032		
	23.9	675	18830	75.7	20.9	1.042	0.97	0.05
	30	755	19646	93.7		1.174		
	30	755	19646	90.8	2.9	1.192	1.53	0.53
	35.9	850	19319	97.7		1.586		
	35.9	850	19319	79.7	18	1.631	2.84	0.16
	40	1071	23077	96.5		2.491		
	40	1071	23077	90.5	6	2.512	0.84	0.14
	50	1197	23468	95.9		3.259		
	50	1197	23468	75.6	20.3	3.626	11.26	0.55
	60	1311	23956	97.8		4.186		
	60	1311	23956	90.2	7.6	4.348	3.87	0.51
	60	1311	23956	97.8		4.186		
	60	1311	23956	81.8	16	4.594	9.75	0.61
Sentetik Elyaf Karışımları Konvansiyonel Ring Makinesi	12	580	9922	93.6		0.462		
	12	580	9922	84.6	9	0.471	1.95	0.22
	12	580	9922	93.6		0.462		
	12	580	9922	76.9	16.7	0.481	4.11	0.25
	20	1303	11274	99.5		2.109		
	20	1303	11274	93.5	6	2.223	5.41	0.90
	24	713	11097	93.6		0.977		
	24	713	11097	75.8	17.8	1.035	5.94	0.33
	30	906	17197	97.6		1.764		
	30	906	17197	90.8	6.8	1.819	3.12	0.46
	40	1046	19007	98.9		2.562		
	40	1046	19007	92.9	6	2.657	3.71	0.62
Ortalama								0.39

Elde edilen sonuçlar, ring makinesi randımanının enerji tüketimini etkilediğini net olarak ortaya koymaktadır. Kesin bir veri olmasa da; yapılan analizler sonucunda ring makinesindeki %1’lik bir randıman kaybının 1 kg iplik üretimi için gerekli enerji tüketimini ortalama olarak %0,39 artırdığı görülmüştür.

Bu verilerden yola çıkarak, tesislerde ring makinesi randımanının mümkün olduğunca yüksek tutulmasının elde edilecek üretim miktarını artıracak olmasının yanı sıra, enerji tüketiminin de iyileştirmesine katkısı olduğu söylenebilir. Ring iplik tesislerinde bu konuya gösterilen hassasiyetin daha da artırılması her bakımdan anlamlı olacaktır.

Ayrıca son dönemde yaygın olarak kullanılmaya başlanmış münferit tahrikli open end makinelerine benzer ring makinesi teknolojileri önümüzdeki yıllarda geliştirilebilirse; makine randımanının enerji tüketimine etkisi minimize edilebilir. Yani üretim yapmadığı durumda enerji tüketmeyen ünite teknolojisi, enerji tüketimini makine randımanından büyük oranda bağımsız kılabilir.



6. BİLGİSAYAR TAHMİNLEME MODELİ

Tez çalışması kapsamında ring eğirme makinesindeki enerji tüketimini tahmin edebilmek için bir bilgisayar modelinin geliştirilmesi uygun görülmüştür. Bu amaçla makinenin enerji tüketimine etki eden tüm parametrelerin dikkate alındığı bir yaklaşım göz önüne alınmıştır. Şekil 6.1.'den görüleceği üzere; söz konusu tahminleme modeline gerek makinenin teknik özellikleriyle ilgili gerekse de üretilen ipliğin özellikleriyle ilgili birçok veri girilmekte ve bu verilere göre ilgili makinenin kWh cinsinden günlük enerji tüketimi, kg cinsinden günlük üretilen iplik miktarı ve de kWh/kg cinsinden birim miktar iplik üretimi için gerekli enerji tüketim verileri hesaplanmaktadır.

Ring Makinesi Enerji Tüketimi Tahminleme Modeli		
Enerji Tüketimi (kWh/gün)		
1441		
Makine Tipi	Kompakt Ring	
Kompakt Emişi	Ortak	
Emiş Miktarı (Hz)	44	
İğ Sayısı	1824	
İğ Motoru Adedi	1	
Bir adet İğ Motoru Kurulu Gücü (kW)	110	
İğ Motoru Verimlilik Sınıfı (IE)	4	
İplik Üretimi (kg/gün)		
1236		
İplik Numarası (No)	30	
Fırlı Numarası (No)	0.95	
İplik Bükümü (T/m)	750	
İğ Devri (d/dk)	18500	
Kopça Açıklığı - ISO (mm)	35.5	
Kopça Kullanım Ömrü (gün)	1	
Biluzik Çapı (mm)	38	
Enerji Tüketimi (kWh/kg)		
1.166		
Ham Maddede	Pamuk	
Makine Randmanı (%)	97.0%	
Masura Uzunluğu (mm)	190	
İğ Aralığı - Gauge (mm)	70	
İğ Tahrik Sistemi Tipi	4 İğ Kayış	
İğ Boyun Çapı (mm)	17.5	

Şekil 6.1. Ring Makinesi Enerji Tüketimi Tahminleme Modülü

Söz konusu modelde girilecek veya seçilecek verilerin değişkenleri ve açıklamaları şu şekildedir:

- Makine Tipi / Seçilecek veri → Kompakt Ring veya Konvansiyonel Ring. Bu kısımda ring makinesinin üzerinde kompaktlama sistemi olup olmamasına göre seçim yapılmalıdır. Kompaktlama sistemi var ise Kompakt Ring, yok ise Konvansiyonel Ring olarak seçim yapılmalıdır.
- Kompakt Emişi / Seçilecek veri → Ortak veya Ayrı veya Yok.

Burada makinemiz konvansiyonel ring ise “Yok” seçeneği işaretlenmelidir. Makinemizin kompaktlama sisteminin bulunması durumunda ise kompaktlama emişinin, pnömofil emişi ile ortak veya ayrı olmasına göre seçim yapılmalıdır.

- Emiş Miktarı / Seçilecek veri → 38 – 50 Hz arası.
Teknolojik emiş motorlarını kontrol eden redresörlerin frekans değerleri bu kısımdan seçilmelidir.
- İğ Sayısı / Seçilecek veri → 144 – 2016 iğ arası.
Makine üzerindeki iğ sayısına göre seçim yapılmalıdır. 48’erli adımlarla 144 iğ ve 2016 iğ arasında seçim yapılabilir.
- İğ Motoru Adedi / Seçilecek veri → 1 ile 14 arası.
Makine üzerinde kaç adet iğ motoru olduğu seçilmelidir.
- Bir adet İğ Motoru Kurulu Gücü / Seçilecek veri → 4,5, 45, 55, 75, 90, 110 kW seçeneklerinden birisi seçilmelidir. Birim iğ motoru kurulu gücünün girişi yapılmalıdır. Kullanılan motorun kurulu gücü seçeneklerden birisiyle tam uyuşmuyorsa en yakın motor gücü seçilebilir.
- Motor Verimlilik Sınıfı / Seçilecek veri → IE1 veya IE2 veya IE3 veya IE4.
Makinenin ana iğ motorunun enerji verimlilik sınıfına göre seçim yapılmalıdır. IE1 en düşük verimlilik sınıfını gösterirken, IE4 en yüksek verimlilik sınıfını göstermektedir.
- İplik Numarası / Girilecek veri → Enerji tahminlemesi yapılacak üretimdeki iplik numarası Ne cinsinden bu kısma girilmelidir. Örneğin 20, 30, 40 gibi.
- Fitol Numarası / Girilecek veri → Enerji tahminlemesi yapılacak üretimde kullanılan fitilin numarası Ne cinsinden bu kısma girilmelidir. Örneğin 0.8, 0.9 veya 1 gibi.

- İplik Bükümü / Girilecek veri → Enerji tahminlemesi yapılacak iplik tipinin bükümü T/m cinsinden bu kısma girilmelidir. Örneğin 750,800, 1000 gibi.
- İğ Devri / Girilecek veri → Enerji tahminlemesi yapılacak iplik tipinin üretimi esnasında ring makinesinin çalıştığı ortalama iğ devri d/dak cinsinden bu kısma girilmelidir. Örneğin 18000, 19500, 23000 veya 24500 gibi. Temelde ring makinesinde çalışılan iplik numarasına ve tipine göre iğ devri 8000 – 25000 d/dak arasında değişmektedir.
- Kopça Ağırlığı – ISO / Girilecek veri → Enerji tahminlemesi yapılacak iplik tipinin üretimi esnasında kullanılan kopçanın ağırlığı, ISO’su mg cinsinden bu kısma girilmelidir. Örneğin 31.5, 35.5 gibi.
- Kopça Kullanım Ömrü / Girilecek veri → Enerji tahminlemesinin yapılırken kopça ömrünün kaç günde olduğu bu kısma girilmelidir. Bu veri 1 ile 50 arasında değişebilir.
- Bilezik Çapı / Seçilecek veri → 36, 38, 40, 42, 45, 48, 51, 54.
Ring makinesinde kullanılan bilezik çapı seçilmelidir. Yukarıda iletilen seçeneklerden birisinin tercih edilmesi yeterlidir. Bilezik çapları mm cinsinden tanımlanır.
- Hammadde / Seçilecek veri → Pamuk veya Sentetik
Ring makinesinde üretimi yapılan ipliğin Pamuk mu Sentetik mi olduğu seçimi yapılmalıdır.
- Makine Randımanı / Girilecek veri → Enerji tahminlemesi esnasında hangi makine randımanının esas alınması istendiği bu kısma girilmelidir. Yüzde olarak girilen makine randımanının genelde %85 üzerinde olması tavsiye edilmektedir. Bununla birlikte daha düşük rakamlar da girilebilir.
- Masura Uzunluğu / Girilecek veri → Enerji tahminlemesi için kullanılması istenen masura uzunluğu bu kısma girilmelidir. Masura

uzunluğu mm cinsinden tanımlanmakta olup, genellikle bilezik çapının 5 katı ölçüsüne sahiptir. Örneğin 38 mm bilezik için genelde 190 mm masura uzunluğu kullanılır.

- İğ Aralığı - Gauge / Seçilecek veri → 70 veya 75 mm.
İki iğ arasındaki mesafeyi gösteren bu ölçü makinelerde 70 ve 75 mm olarak standarttır. İlgili makinenin söz konusu ölçüsü seçilerek işaretleme yapılmalıdır.
- İğ Tahrik Sistemi / Seçilecek veri → Dört iğ kayış veya Teğetsel kayış
Ring eğirme makinesinde bulunan iğ tahrik sisteminin tipine göre seçim yapılmalıdır.
- İğ Boyun Çapı / Seçilecek veri → 17.5, 18.5, 19, 20
Ring makinesinde kullanılan iğlerin boyun çapının seçimi bu kısımda yapılmalıdır. Piyasada şu an genelde 18.5 ve 19 mm iğ boyun çapı kullanılsa da 17.5 mm boyun çapına sahip iğlerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

Microsoft Excel kullanılarak hazırlanan bilgisayar tahminleme modelinde, enerji tüketim hesabı için Soliman'ın çalışmalarında ortaya koyduğu formüller kullanılmıştır.

Soliman çalışmasında ana iğ motoru ve çekim motorunun enerji tüketimleri için formüllere yer verirken, teknolojik emiş fan motoruyla ilgili herhangi bir formüle yer verilmemiştir.

Ana iğ motorunun kW cinsinden enerji tüketimini şu formülle ortaya koymuştur.

$$N_{İĞ-TOPLAM} = N_S + N_P + N_N \quad (6.1)$$

Burada N_S ; eğirme enerjisini, N_P ; paketleme enerjisini (kopsun dolumu), N_N ; iğ, iğ kayışları ve iğ tahriki için gerekli ekipmanların tarafından tüketilen enerjiyi

anlatmaktadır. Tüm değerler kW cinsinden elde edilmektedir. N_S , N_P ve N_N 'nin hesaplanması için ortaya konan formüller aşağıda sıralanmaktadır.

$$N_S = 4,25 \cdot z \cdot G^{0,87} \cdot D_r^{1,7} \cdot n^{2,4} \cdot 10^{-8} \quad (6.2)$$

$$N_P = 0,53 \cdot D_r^{3,5} \cdot h \cdot z \cdot n^{3,1} \cdot 10^{-9} \quad (6.3)$$

$$N_N = 3,33 \cdot z \cdot g^{1,9} \cdot h \cdot n^{1,4} \cdot 10^{-7} \quad (6.4)$$

Formüllerdeki sembollerin tanımları aşağıda paylaşılmaktadır.

z: iğ sayısı,

G: mg olarak kopça ağırlığı,

D_r : cm cinsinden bilezik çapı,

n: iğ devri, 1000 devir olarak (yani 18000 d/dk ise 18 esas alınmalı),

h: cm olarak kops yüksekliği,

g: cm olarak iki iğ arasındaki mesafe (gauge).

Yukarıdaki formüllerden yola çıkılarak $N_{İĞ-TOPLAM}$, yani iğ motorunda tüketilen enerji miktarı şu formülle hesaplanabilir.

$$N_{İĞ-TOPLAM} = (4,25 \cdot z \cdot G^{0,87} \cdot D_r^{1,7} \cdot n^{2,4} \cdot 10^{-8}) + (0,53 \cdot D_r^{3,5} \cdot h \cdot z \cdot n^{3,1} \cdot 10^{-9}) + (3,33 \cdot z \cdot g^{1,9} \cdot h \cdot n^{1,4} \cdot 10^{-7}) \quad (6.5)$$

Tahminleme modelimizde kullanılırken bu formülde aşağıda detayları verilen bazı kabuller yapılmış ve güncellemeler kullanılmıştır.

- N_S hesaplamasında kullanılan G için ilave kabuller yapılmıştır. Kopça ömrünün artışıyla enerji tüketimindeki artış yapılan analizlerde ortaya

konulmuştur. Elde edilen sonuçlar ışığında; kopça ömrünün her bir günlük artışıyla pamuk için 1 mg'lık, sentetik için 2 mg'lık bir kopça ağırlığı artışına denk bir enerji tüketim artışı öngörülmüştür. Formülde bu doğrultuda güncellenmiştir.

- N_p hesaplamasında kullanılan D_r , kopsun çapı (d) olarak esas alınmıştır. Kops çapı, bilezik çapından 3 mm daha dar olarak hesaplanmıştır.
- h verisi hesaplanırken, masuranın altında ve üstünde iplik sarılamayan bir kısım olduğu için, iplik sarılabilen kops yüksekliğinin masura uzunluğundan 25 mm daha az olacağı esas alınmıştır.
- Soliman, pamuk için yapmış olduğu deneysel çalışmalarında 25 mm iğ boyun çapına sahip iğlerle çalışmıştır. Günümüzde enerji tasarrufu sağlayan daha dar boyun çapına sahip iğler kullanılmaktadır. Bu çerçevede kullanılan iğ boyun çapının, 25 mm ile oranla ne tasarruf sağlayacağı hesaplanmaktadır.
- Soliman $N_{iğ-TOPLAM}$ formülü için literatürde de bulunan düzeltme faktörü uygulanmıştır. N_e ,

$$N_{iğ-TOPLAM} = (N_e/4 - 12,3)^2 / (21,67 - 6,3) \quad (6.6)$$

- Soliman formülünde iğ motor verimliliğini göz ardı etmiştir. Tahminleme modelinde iğ motorunun kurulu gücüne göre ve de verimlilik sınıfına göre iğ motoru verimliliği hesaplanmakta ve verimlilik yüzde oranı hesaplamada kullanılmaktadır. Kurulu güç ve verimlilik sınıfına göre esas alınan motor yüzde verimlilikleri Çizelge 6.1.'de verilmektedir.

Çizelge 6.1. Kurulu Güç ve Verimlilik Sınıfına Göre Motor Yüzde Verimlilikleri
(www.gamak.com, 2020)

Kurulu Güç (kW)	Verimlilik Sınıfı (IE)	Verimlilik (%)
4.5	1	84.70%
4.5	2	87.00%
4.5	3	89.20%
4.5	4	90.90%
45	1	91.70%
45	2	92.90%
45	3	94.00%
45	4	95.00%
55	1	92.10%
55	2	93.20%
55	3	94.30%
55	4	95.30%
75	1	92.70%
75	2	93.80%
75	3	94.70%
75	4	95.60%
90	1	93.00%
90	2	94.10%
90	3	95.00%
90	4	95.80%
110	1	93.30%
110	2	94.30%
110	3	95.20%
110	4	96.00%

Çekim motorunun enerji tüketimiyle ilgili formül ise aşağıda verilmektedir. İlgili formülde $N_{\text{ÇEKİM}}$; 400 iğli bir ring makinesinin çekim sisteminin kW cinsinden tükettiği enerjiyi, v_d ; iplik çıkış hızını ve C ise sabit bir değişkeni göstermektedir. Soliman pamuk iplikçiliğinde kullanılan ring makineleri için C katsayısının 2 ile 3,5 arasında değişmesi gerektiğini belirtmiş ve iplik numarasının kalınlaşmasıyla katsayının 3,5'e doğru artacağını kaydetmiştir.

$$N_{\text{ÇEKİM}} = C \cdot v_d^2 \cdot 10^{-3} \quad (6.7)$$

Tahminleme modelimizde Soliman'ın formülüne ilave olarak şu kabuller esas alınmıştır.

- Soliman 400 iğ için kW cinsinden hesaplama yaparken, tahminleme modelinde seçilen iğ sayısı 400 iğe oranlanmakta ve buna göre hesap yapılmaktadır.
- C katsayısı, Ne 19'dan daha kalın numaralar için 2,7 olarak, daha ince numaralar için 2 olarak esas alınmıştır.
- Ring makinelerinde genellikle 1-2 kW kurula güce sahip motorların kullanılmasından dolayı motor yüzde verimi %85 olarak esas alınmıştır.

Teknolojik hava emiş (fan) motorlarının enerji tüketimleriyle ilgili olarak ise bir makine üreticisinin yaklaşık 8 yıl önce yapmış olduğu ölçümlerde elde etmiş olduğu veriler kullanılmıştır. Ring makinesinin kompakt veya konvansiyonel olmasına ve iğ sayısına göre fan motorlarının tükettiği enerji için esas alınan veriler Çizelge 6.2.'de gösterilmektedir.

Bu çizelgede gösterilen veriler, fan motorlarının redresör frekans değerlerinin 50 Hz'de olduğu varsayılarak esas alınan verilerdir. Çalışmada yapılan analizler sonucunda; tahminleme modelinde redresör frekans değerinin bir birim azalmasıyla fan motorlarının enerji tüketiminde %4,3'lük bir azalma hesaplanmaktadır. Yine pratik şartlarda gerçekleştirilen kıyaslamalar doğrultusunda; kompaktlama emişinin ayrı kanaldan ve motorlarla yapıldığı sistemlerde ortak kanal ve motorlarla yapılan sistemlere göre fan motorlarını enerji tüketiminde %44,8'lik bir enerji artışı tahminleme modeli tarafından esas alınıp, hesaplanmaktadır.

Çizelge 6.2. Kompakt / Konvansiyonel Ring Makinelerinde Fan Enerji Tüketimi

Ring Makinesi Tipi	İğ sayısı	Enerji Tüketimi (kW)	Ring Makinesi Tipi	İğ sayısı	Enerji Tüketimi (kW)
Konvansiyonel Ring	2016	9.7	Konvansiyonel Ring	1104	3.15
Kompakt Ring	2016	15.4	Kompakt Ring	1104	7.2
Konvansiyonel Ring	1968	9.3	Konvansiyonel Ring	1056	2.97
Kompakt Ring	1968	14.6	Kompakt Ring	1056	6.6
Konvansiyonel Ring	1920	8.9	Konvansiyonel Ring	1008	2.77
Kompakt Ring	1920	13.8	Kompakt Ring	1008	6
Konvansiyonel Ring	1872	8.5	Konvansiyonel Ring	960	2.62
Kompakt Ring	1872	13	Kompakt Ring	960	5.5
Konvansiyonel Ring	1824	8.1	Konvansiyonel Ring	912	2.46
Kompakt Ring	1824	12.2	Kompakt Ring	912	5
Konvansiyonel Ring	1776	7.7	Konvansiyonel Ring	864	2.35
Kompakt Ring	1776	11.4	Kompakt Ring	864	4.7
Konvansiyonel Ring	1728	7.3	Konvansiyonel Ring	816	2.26
Kompakt Ring	1728	10.6	Kompakt Ring	816	4.3
Konvansiyonel Ring	1680	6.9	Konvansiyonel Ring	768	2.22
Kompakt Ring	1680	9.8	Kompakt Ring	768	4
Konvansiyonel Ring	1632	6.5	Konvansiyonel Ring	720	2.15
Kompakt Ring	1632	9	Kompakt Ring	720	3.7
Konvansiyonel Ring	1584	6.1	Konvansiyonel Ring	672	2.14
Kompakt Ring	1584	8.2	Kompakt Ring	672	3.4
Konvansiyonel Ring	1536	5.7	Konvansiyonel Ring	624	2.13
Kompakt Ring	1536	7.4	Kompakt Ring	624	3.2
Konvansiyonel Ring	1488	5.35	Konvansiyonel Ring	576	2.12
Kompakt Ring	1488	6.6	Kompakt Ring	576	3
Konvansiyonel Ring	1440	5	Konvansiyonel Ring	528	2.1
Kompakt Ring	1440	12.2	Kompakt Ring	528	2.7
Konvansiyonel Ring	1392	4.6	Konvansiyonel Ring	480	2.08
Kompakt Ring	1392	11.6	Kompakt Ring	480	2.5
Konvansiyonel Ring	1344	4.3	Konvansiyonel Ring	432	2.06
Kompakt Ring	1344	10.8	Kompakt Ring	432	2.35
Konvansiyonel Ring	1296	4.06	Konvansiyonel Ring	384	2.04
Kompakt Ring	1296	10	Kompakt Ring	384	2.2
Konvansiyonel Ring	1248	3.78	Konvansiyonel Ring	336	2.02
Kompakt Ring	1248	9.4	Kompakt Ring	336	2
Konvansiyonel Ring	1200	3.55	Konvansiyonel Ring	288	2.01
Kompakt Ring	1200	8.6	Kompakt Ring	288	1.9
Konvansiyonel Ring	1152	3.34	Konvansiyonel Ring	144	2
Kompakt Ring	1152	7.9	Kompakt Ring	144	1.7

İğ motoru/motorları, çekim motorları ve fan motoru/motorları tarafından tüketilen toplam enerji, makinenin bir günde yani 24 saatte ne kadar çalıştığı makine

randımanından hesaplanarak, enerji tüketimi kW cinsinden günlük olarak tahminleme modeli tarafından gösterilmektedir.

Ring makinesinin günlük üretim miktarı ise şu formülle hesaplanmaktadır.

$$P = (n \cdot t \cdot z \cdot ef \cdot 0,8496) / (t \cdot Ne) \quad (6.8)$$

P: kg/gün cinsinden ring makinesinin üretimini,

n: iğ devrini,

t: T/m olarak iplik bükümünü,

Ne: iplik numarasını, Ne cinsinden,

z: iğ sayısını,

ef: % makine randımanını göstermektedir.

Son olarak ise ring eğirme makinesinde tüketilen günlük enerji miktarı, üretilen günlük üretim miktarına oranlanarak 1 kg iplik üretimi için gerekli enerji miktarı kWh/kg cinsinden hesaplanmakta ve tahminleme modelinin üst sağ köşesinde veri olarak gösterilmektedir.

Tahminleme modelinin güvenilirliğini test etmek adına, gerçek ölçümlerdeki bazı enerji tüketim verileriyle, tahminlenen enerji tüketim verileri kıyaslanmıştır. Tahminleme modeli en fazla %10 yanılma payıyla (genelde %5'in altında yanılma payı) enerji tüketimini gösterdiği görülmüştür.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ülkemizde kurulu olan ring makinelerinde, sadece %1’lik enerji tasarrufuyla elde edilebilecek 180000 MW’lık daha az enerji tüketimi ve 9 milyon TL’lik kazanç hedefini ortaya koyan bu çalışmanın sonucunda, ilgili hedefe ulaşmanın, hatta ötesine geçmenin çok gerçekçi olduğu görülmüştür.

Yapılan tez çalışmasında elde edilen sonuçların dikkatlice incelenip, veriler doğrultusunda işletmelerde optimizasyonların yapılması sayesinde, hedeflenen enerji tasarrufu ve kazançlar kolayca elde edilebilir.

Ayrıca yapılan çalışma, literatüre de ciddi katkılar sunmuştur. Ring eğirme makinesinde enerji tüketimini etkileyen önemli faktörlerin hemen hemen hepsini incelenmesi ve bunların toplu olarak, tek bir kaynak kapsamında verilmesi çalışmanın temel bir eser olmasını sağlamıştır. Ring eğirme makinelerinde enerji tüketimini etkileyen 27 ayrı faktörü incelemesi ve elde edilen sonuçların tesis koşullarında 200’ü aşkın ve yaklaşık 14400 saatlik enerji ölçümlerine dayanması, çalışmayı kapsam ve özgünlük bakımından literatürdeki diğer çalışmalardan ayırmaktadır. Kopça ömrü, kopça kaplaması, kops üzerine sarılan iplik miktarı, çekim tabancasının baskı miktarı, emiş miktarı, kompaktlama emiş sistemi tipi ve telef filtre temizliğinin enerji tüketimine etkisi gibi daha önce literatürde yer almayan enerji tüketimini etkileyen faktörler hakkında yeni verilerin ortaya konulması, literatüre ciddi katkılarda sağlamıştır.

Çalışma kapsamındaki veriler ve analizler ışığında elde edilen sonuçlar ve de enerji optimizasyonu için öneriler aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir.

- Kopça ağırlığının düşmesiyle birlikte enerji tüketimi de azalmaktadır. Normalde kullanılan kopçanın bir kademe daha hafif kullanılması, seçilmesi durumunda; toplam enerji tüketiminde %1,5 – 4 arası tasarruf sağlanabilmektedir. Bu çerçevede şartların elverdiği durumlarda, mümkün mertebede daha hafif kopça kullanılması tavsiye edilmektedir.

- Kopça kullanım ömrünün artmasıyla birlikte enerji tüketimi de artmaktadır. Ortalama olarak kopça kullanım ömrünün bir gün artmasıyla toplam enerji tüketiminde pamuk için ortalama yaklaşık %0,75, sentetik elyaf için ortalama yaklaşık %1,5 artış görüldüğü söylenebilir. Elde edilen bu verilere istinaden; kopçanın performans özellikleri, kopça maliyeti ve kopça değişimi esnasında oluşacak üretim kayıplarının dışında enerji tüketim artışının da gözetilmesi ve optimum kopça değişim gününe buna göre karar verilmesi işletmelere tavsiye edilmektedir.
- Kopça kaplaması, enerji tüketimine direk olarak etki etmektedir. Kopçayı daha sert kılan kaplamalar sayesinde enerji tasarrufunda %8'lere varan enerji tasarrufları görülmüştür. Daha sert kopçalar ayrıca daha uzun kullanım ömürlerine sahip olup, kopça değişim periyotlarının artmasını ve dolayısıyla değişim esnasında oluşan üretim kayıplarının azalmasını sağlamaktadır. Fakat daha sert kopçaların bilezik yüzeyini daha hızlı aşındırıp, bir süre sonra bu pozitif etkinin her yönden negatife dönmesi endişe edilmesi gereken bir noktadır. Bu konunun net olarak ortaya konulabilmesi için en az 2-3 sene devam edecek sürekli testlerin yapılması tavsiye edilmektedir. Buradan elde edilecek sonuçlara göre daha sert kopçaların kullanımı için daha kesin tavsiyelerde bulunulabilir.
- Daha küçük bilezik çapı kullanımının enerji tüketimi açısından pozitif etkisi yapılan analizlerde ortaya konulmuştur. Bilezik çapının 40 mm yerine 38 mm kullanılmasıyla %14'e kadar enerji tasarrufu elde edilmiştir. Bu açıdan ring makinelerinde çalışılacak iplik numarasının ve diğer şartların el verdiği en küçük bilezik çapının kullanılması işletmelere önemle tavsiye edilmektedir.
- İğ tipinin, özellikle de iğ boyun çapının ring makinesinin enerji tüketimine etkisinin %5 gibi ciddi boyutlarda olduğu çalışmada ortaya

konulmuştur. Bu bakımdan yeni yatırımlarda iğ tipi seçiminin doğru yapılması bir başka deyişle iğ boyun çapının olabildiğince düşük seçilmesi (mümkünse 17,5 mm) ve de iğın yataklamasının enerji tasarrufuna uygun olup olmadığının kontrol edilmesi önerilmektedir. Ayrıca mevcut ring makineleri için, özellikle de iğ değişimi yaklaşmış makineler için yeni yatırımlarda dikkat edilmesi tavsiye edilen detaylara önem verilmesi ve de bu çerçevede amortisman süreleri hesaplanarak enerji tasarruflu iğlerle değişim yapılması önerilmektedir.

- İğ tahrikinin nasıl yapıldığı enerji tüketimi açısından ring makinesinde önemli kalemlerden birisidir. İğ kayışı üzerinde iğ tahrikini kaydırma yaptırmadan gerçekleştirilecek en düşük basınç miktarları enerji tasarrufu bakımından faydalıdır. Dört iğ – kayış tahrik sistemlerinde, teğetsel kayış sistemlerine göre bu durum daha mümkün gözükmekte ve %5'in üzerinde enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. İşletmelerin yeni ring makinesi yatırımlarında bu noktayı dikkate alması önerilmektedir.
- Kullanılan iğ yağ tipine göre ring makinesinin enerji tüketiminin %0,6-2,3 değiştiği yapılan çalışmalarda görülmüştür. Konvansiyonel yağlardan ziyade seyreltici katkı maddeleriyle karıştırılıp elde edilen mineral bazlı iğ yağlarının ring makinelerinde kullanımı enerji tasarrufu bakımından tavsiye edilmektedir. Söz konusu iğ yağlarında geliştirme çalıştırmaları devamlı sürmekte olduğu için, yağ sağlayıcılarıyla iletişimde olup, yeniliklerden bilgi sahibi olunması ve de zaman zaman denemeler yapılarak enerji tüketimi bakımından en uygun yağ seçimine önem verilmesi önerilmektedir.
- İğ yağ dolumunun tavsiye edilen seviyelerden daha yüksek yapılması özellikle yağ dolumunun hemen ertesindeki birkaç haftada %6'lara kadar daha fazla enerji tüketimine sebebiyet vermektedir. Tesislerde kullanılan yağ dolum cihazlarının dolum miktarıyla ilgili ne yazık ki

hassas ve kesin bir ayarının olmaması ve tüm kontrolün dolumu yapan bakım ekibine bırakılması, istenen seviyede yağ dolumunu pratik şartlarda imkânsız kılmaktadır. Bu çerçevede iğ yağ dolum cihazlarını sağlayan üreticilerden, söz konusu optimum seviyeyi iğ yatağına basabilecek cihaz üretmeleri tavsiye edilmektedir. Hala hazırda Avrupalı üreticilerden birisiyle bu tavsiye direkt olarak paylaşılmıştır.

- İğ devrinin %1’lik artışıyla enerji tüketiminin ortalama olarak %1,02 arttığı yapılan analizlerde ortaya konmuştur. İğ devrinin artışı üretim miktarını artırması bakımından işletmeler için büyük önem arz etmektedir. Bununla birlikte üretim artışının mümkün mertebede iplik bükümünün azaltılmasıyla elde edilmeye çalışılıp, daha sonrasında iğ devrinin artırılmasının hedeflenmesi enerji tüketiminin optimizasyonu bakımından tavsiye edilmektedir.
- Enerji tüketiminin birim kilogram için daha yüksek olduğu ince numara ipliklerde ve de yüksek iğ devrinin ulaşılabildiği iplik tiplerinde, ortalama iğ devri ile maksimum iğ devri arasındaki farkın %2’yi pek geçmemesi ve bundan dolayı da iğ hız eğrisi optimizasyonun enerji tüketimine ciddi bir katkısının olmayacağı sonucuna varılmıştır.
- İğ kayışının enerji tüketimine etkisi her ne kadar yapılan analizlerde net olarak ortaya konulmasa da, iğ kayışı, eni, et kalınlığı, içindeki kumaşın dokuma yapısı, hammaddesi ve kullanılan dış yüzey kaplamaları açısından enerji tasarrufu sağlar özellikte olduğuna dikkat edilmeli ve seçici olunmalıdır. Piyasadaki iğ kayışı sağlayıcıları bununla ilgili detaylı verileri kullanıcıları ile paylaşmaktadır. Ayrıca kullanım boyunca kayış üzerinde elyaf birikmelerinin olmamasına dikkat edilmeli, temizlikleri belirli periyotlarda yapılmalı ve kayışlar sağlayıcıların tavsiye ettiği süreler dahilinde yenilenmelidir. Doğru iğ kayış seçimi ve temizlik, değişim sürelerine dikkat edilmesi

oluşabilecek büküm varyasyonlarının önüne geçebileceği gibi enerji bakımından da iyileşme sağlayacaktır.

- Daha hafif masura kullanımının %2-5 arasında enerji tasarrufu sağladığı yapılan analizlerde ortaya konulmuştur. Değişiminin zahmetsiz, yatırım maliyetinin nispeten düşük olması ve yatırım geri dönüş süresinin 2-3 yılı geçmemesinden dolayı yeni tesislerin yanı sıra mevcut ring iplik tesislerinde de yeni nesil hafif masuraların kullanılması enerji tasarrufu bakımından tavsiye edilmektedir.
- Kops üzerine sarılan iplik miktarının azalmasıyla enerji tüketiminin de azaldığı yapılan enerji ölçümlerinde görülmüştür. Bununla birlikte kops üzerine daha az iplik sarımının makine randımanını %0,25 – 0,50 civarında düşürebilecek olması ve bobin makinesinde bağlama noktası sayısını %5-10 arasında artırabilecek olmasından dolayı kopsun üzerinde daha az iplik sarımıyla elde edilebilecek enerji tasarrufu rantabl olmayacaktır.
- İplik tüylülüğün azalmasıyla birlikte enerji tüketiminin de azaldığı literatür çalışmalarında ortaya konmuştur. Fakat bunun çalışan işletme şartlarında ölçülenmesinin mümkün olmamasından dolayı pratik olarak ne oranda bir tasarruf olduğu ortaya konulamamıştır. Sadece bu konuyu esas alan bir çalışma yapılması ve laboratuvar şartlarında analizlerle enerji tasarrufunun ne olduğunu ortaya konması diğer araştırmacılara önerilmektedir.
- Teknolojik emiş miktarının optimizasyonu ile enerji tüketiminde tasarruf sağlanabilmesi, yapılan enerji kıyaslamalarında ortaya konulmuştur. Redresör frekans değerinin her 1 Hz'lik azalmasıyla %0,5'e kadar enerji tasarrufu elde edilebileceği görülmüştür. Bazı tesislerde yapılan optimizasyonlarla %4'e yakın enerji tasarrufları elde edilmiştir. Bu çerçevede ring makinelerinin gerek pnömofil emişlerinin, gerekse de kompakt emişlerinin çalışan iplik tipine,

çalışma şartları gibi etkilere bağlı olarak olabildiğince düşük seçilmesi enerji tasarrufu bakımından tavsiye edilmektedir. Bununla birlikte ring iplik makine üreticileri, çalışılan iplik numarası, bükümü, hammaddesi, iplik kopuş miktarı vs. gibi şartları gerçek zamanlı hesaplayarak teknolojik emiş miktarını ayarlayabilecek daha akıllı makineler üretmesi mevcut teknolojilerde mümkün olup, gerekli adımların atılması makine sağlayıcılarına önerilmektedir.

- Teknolojik emiş motorlarının enerji tüketiminin optimizasyonu ile ilgili olarak; redresör ile donatılmış sistemlerin seçilmesi, makine uzunluğuna göre doğru motor gücünün seçilmesi, uzun makineler için (1440 iğden daha uzun makineler) her iki taraftan (makine kafasından) emişin olduğu sistemlerin tercih edilmesi, kompakt emişinde enerji tasarrufu sağlayan sistemlerin alınması, telef filtrelerinin sürekli temiz tutulmasını sağlayacak otomasyonlara yatırım yapılması ve de teknolojik emiş fanlarının olabildiğince hafif malzemeden üretilmiş olması tavsiye edilmektedir.
- Çekim motorları ve de diğer yardımcı sistemlere ait motorlarının toplam enerji tüketimindeki paylarının düşük olması ve de enerji optimizasyonu bakımından çok seçenek sunmamasından dolayı, enerji tasarrufu bakımından dikkate değer bir tavsiye sunulamamaktadır. Bununla birlikte doğru motor seçimi, motor ve şanzımanların bakımının sağlayıcı tavsiyeleri doğrultusunda yapılmasının enerji tasarrufu bakımından önem arz etmektedir.
- İplik numarasının incelmesiyle 1 kg iplik üretimi için ring makinesinde gerekli enerji tüketimin arttığı yapılan analizlerle ortaya konulmuştur.
- Bükümün artmasıyla enerji tüketiminin de arttığı enerji kıyaslamalarında görülmüştür. Çalışmalar bize her %1'lik büküm artışı için enerji tüketim artışının %0,48 ile 0,86 arasında olduğunu göstermiştir. Bu bağlamda talep edilen iplik özellikleri dahilinde

mümkün mertebede daha düşük bükümle çalışılması enerji tasarrufu bakımından çok büyük önem arz etmekte ve iplik tesislerinin bu yönde hareket etmesi tavsiye edilmektedir.

- Ring makinesinin randımanı ile enerji tüketimi ters orantılı olarak değişim göstermektedir. Kesin bir veri olmasa da; makine randımının %1’lik düşüşü, enerji tüketimini yaklaşık %0,39 artırmaktadır. Yani üretim açısından büyük önem arz eden yüksek makine randımanı, enerji tüketiminin iyileştirilmesi bakımından da önemlidir.
- Ring makinelerinde kullanılan motorların (özellikle iğ motorunun) en yüksek verimliliğe sahip olması enerji tüketimi bakımından çok büyük önem arz etmektedir. Bu sayede %1 ile %15 arasında enerji tasarrufları elde edilebilir. Çok yüksek verimli motorların seçiminin yanı sıra yeniden sarılmış motorların zorunlu haller dışında tercih edilmemesi ve uzun süreler bu motorlarla çalışılmaması tavsiye edilmektedir.



KAYNAKLAR

- Beran J., Konecna M., 2017. Approach to Analyse of Reaction Forces in Ring-Traveller System. AUTEX Research Journal, 17(3): 268-276.
- BRÄCKER, 2008. Short Staple Spinning / Rings and Travellers.
- _____, 2014. Short Staple Manual.
- _____, 2019. Onyx Travellers.
- _____, 2019. Pyrit Travellers.
- _____, 2019. Saphir Travellers.
- _____, 2019. Starlet Travellers.
- _____, 2019. Starlet Plus Travellers.
- _____, 2019. Zirkon Travellers.
- Chang L., Tang Z., Wang X., 2003. The Effect of Yarn Hairiness on Energy Consumption in Rotating a Ring-spun Yarn Package. Textile Research Journal, 73(11): 949-954.
- CITEVE, 2014. Save Energy in Textile – Production Processes and Efficiency Measures.
- Coşkun E., Oğulata R.T., 2019. Kopça Ömrünün Ring İplik Makinasının Enerji Tüketimine Etkisinin İncelenmesi. UÇTEK 2019 Bildiriler Kitabı: 72-79.
- _____, 2020. Investigation of Technological Suction Amount's Effect to Energy Consumption of Ring Spinning Machine. **(yayınlanmamış)**
- _____, 2020. Ring İplik Makinesinde İğ Tipinin Enerji Tüketimine Etkisinin İncelenmesi. **(yayınlanmamış)**
- Dhayaneswaren Y., Ashokkumar L., 2013. A Study on Energy Conservation in Textile Industry. Journal of The Institution of Engineers (India): Series B, 94(1): 53-60.

- Gemci R., Bıçkıcı O., 2003. Ring İplikçiliğinde Bilezik Çapı Değişiminin İplik Kalitesine Etkisi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 8(1): 39-44.
- Goyal A., Kumar D., 2019. Energy-Efficiency Improvement in the Spinning Industry. www.academia.edu/25448337/Energy_efficiency_improvement_in_spinning_industry (Erişim Tarihi: Aralık 2020)
- Gujar J., 2020. Economy in Spinning. Rieter India. **(yayınlanmamış)**
- HABASIT, 2006. Textile Industry Power Transmission and Conveyor Belts for Yarn Processing. www.habasit.com/en/Products/Fabric-Belts/Spindle-Tapes (Erişim Tarihi: Ekim 2020)
- Hasanbeigi A., 2010. Energy-Efficiency Improvement Opportunities for the Textile Industry. China Energy Group Energy Analysis Department Environmental Energy Technologies Division, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory., 136 s.
- Khurshid M.F., Asad M., Khan A.A., Chaudhry M.A., Ammanullah, 2012. Investigation of Specific Energy Consumption and Possible Reduction Measures of Textile Spinning Mills. Journal of American Science, 8(6): 535-542.
- Klein W., 2014. Rieter İplikçilik El Kitabı. Cilt 1 – Kısa Lif İplikçilik Teknolojisi. Rieter Machine Works Ltd., Winterthur, 79s.
- Klein W., Stalder H., 2014. Rieter İplikçilik El Kitabı. Cilt 4 – Ring İplikçiliği. Rieter Machine Works Ltd., Winterthur, 79s.
- Koç E., Kaplan E., 2007. An Investigation on Energy Consumption in Yarn Production with Special Reference to Ring Spinning. Fiber & Textiles in Eastern Europe, 15, 4(63): 18-24.
- Kumar R.S., 2015. Process Management in Spinning. Taylor and Francis Group, LLC, CRC Press, New York, 377s.
- Lawrence C. A., 2010. Advances in Yarn Spinning Technology. Woodhead Publishing Limited, Oxford, Cambridge, Philadelphia, New Delhi, 446s.

- _____, 2003. Fundamentals of Spun Yarn Technology. CRC Press LLC, Boca Raton, London, New York, Washington D.C., 508s.
- Ma H. C., Cheng L.D. , Yan G.X., Xu S.P., 2014. Studies of Negative Pressure and Cleaning Effects on Gathering for Ramie Compact Spinning with a Suction Groove. *Fibers & Textiles in Eastern Europe*, 22,3(105): 54-57.
- Magdi E. M., Naglaa H., Abeer M., 2012. Optimization of Specific Energy Consumption for Compact-spun Yarns. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 37: 34-38.
- MANTEX, 2019. Carbon Tubes Brochure.
- Neubauer H., 2010. Rieter G 36 Ring Makinası Eğitim Dökümanı. **(yayınlanmamış)**
- NOVIBRA, 2012. Instruction Manual for Novibra Spindles HPS 68 Series (L HPS 68, HPS 68, NASA HPS 68 and their energy saving versions .../3)
- _____, 2020. Lena – Energy Saving High-Speed Spindle.
- _____, 2020. Energy Saving Spindles HPS 68/3 and NASA HPS 68/3.
- _____, 2020. High Quality Spindles.
- NPO, SMEDA, 2008. Best Practices Report (Spinning Sector). 28s.
- REINERS + FÜRST, 2019. Rings and Travellers.
- RIETER, 1999, Spinnhülse typ B. **(yayınlanmamış)**
- _____, 2008. Fibula Comforspin Machine K 45. **(yayınlanmamış)**
- _____, 2016. K 46 Compact Spinning Machine Brochure.
- _____, 2020. K 48 Compact Spinning Machine Brochure.
- _____, 2020. G 38 Ring Spinning Machine Brochure.
- SAURER, 2018. Zinser Z72XL Makinası Broşürü.
- Shandheep R., 2018, *Spinnoation Dergisi*, 33(1): 33-35.
- SIEMENS, 2015. Industrial Controls, Sirius, Controls with IE3 / IE4 Motors Application Manual, Edition 11.
- Singh R.P., Kothari V.K., 2007. Different Technologies to Spin Compact Yarns.
- Soliman H.A., 1963. Power requirements in cotton and worsted ring spinning. Doctoral Thesis, ETH – The Swiss Federal Institute of Technology, Zürich.

Stampher A., 2013. Economy in Spinning. Rieter Agent Meeting Document.

(yayınlanmamış)

T.C. BİLİM, SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI VERİMLİLİK GENEL MÜDÜRLÜĞÜ, 2015. Elektrik Motorlarında Enerji Verimliliği.

Tang Z., Wang X., Fraser B., 2006. Recent Studies on Yarn Tension and Energy Consumption in Ring Spinning. Research Journal of Textile and Apparel, 9(4): 1-15.

www.scaglia.it/plastic-products/ring-spinning-tubes/ (Erişim Tarihi: Haziran 2018)

www.issuu.com/atulguglani/docs/mtt_catalogue (Erişim Tarihi: Mayıs 2019)

www.habasit.com/en/yarn-processing.htm (Erişim Tarihi: Eylül 2018)

www.issuu.com/oerlikontextilegmbh/docs/pk_1550_en_2011_web1. (Erişim Tarihi: 14.04.2020)

www.techtextrends.com/news/research-nst_tutes-educat_on/World-f_ber_product_on-2018-The-F_ber-Year-2019-18677 (Erişim Tarihi: Temmuz 2020)

www.agarwalpolyplast.com/products/energy-saving-tubes/ (Erişim Tarihi: Eylül 2020)

www.emo.org.tr/ekler/14c0e1bbdd76b2f_ek.pdf?tipi=2&turu=X&sube=7%3frgmi_xskumiocldxl (Erişim Tarihi: Ocak 2021)

www.youtu.be/34aQKgmxsCk (Erişim Tarihi: Nisan 2020)

www.gamak.com/tr-TR/enerji-tasarrufu-hesaplama/106474 (Erişim Tarihi: Kasım 2020)

ÖZGEÇMİŞ

Erman Coşkun, ilk, orta ve lise öğrenimini Adana’da tamamladı. 2000 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümünden 2004 yılında mezun oldu. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Tekstil Mühendisli Anabilim Dalında yüksek lisansa başladı ve 2007 yılında mezun oldu. 2017 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Tekstil Mühendisli Anabilim Dalında doktora çalışmasına başladı.

2004 yılında Tekstil Mühendisi olarak profesyonel iş hayatına başlamış olup, şu an kısa elyaf iplik üretiminde kullanılan tekstil makineleri üreten uluslararası bir firmasının Türkiye temsilcisinde Genel Satış Direktörü olarak kariyerine devam etmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.